

УДК 005.336/.521 : 161.111 : 658

DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2020-3-12>**Балан В.Г.**

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту інноваційної та інвестиційної діяльності
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Balan Valeriy

Taras Shevchenko National University of Kyiv

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИБОРУ СТРАТЕГІЙ НА ОСНОВІ МОДИФІКАЦІЇ КВАНТИТИВНОЇ МАТРИЦІ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ

FUZZY MODEL OF EVALUATION AND SELECTION OF STRATEGIES BASED ON MODIFICATION OF THE QUANTITATIVE STRATEGIC PLANNING MATRIX

У статті розроблено модель оцінювання та вибору стратегій підприємства на основі методів нечітко-множинної теорії та модифікації класичної квантитивної матриці стратегічного планування. Для досягнення поставлених цілей у роботі використовуються методи стратегічної діагностики та нечіткі методи багатокритерійного оцінювання (методи аналізу ієрархій у нечіткій постановці, а саме Fuzzy AHP та Fuzzy SAW). Окрім традиційних критеріїв оцінювання стратегічних альтернатив, пропонується враховувати потенційну спроможність досягнення визначених стратегічних цілей. Розроблена нечітка модель містить 5 блоків, у кожному з яких передбачається застосування лінгвістичних оцінок за визначеною терм-множиною з подальшим переведенням їх у нечіткі числа з трапецеїдними функціями належності. Метод Fuzzy AHP використовується для обчислення важливості напрямів аналізу та критеріїв оцінювання, а метод Fuzzy SAW – для визначення нечітких інтегральних оцінок стратегічних альтернатив за цими напрямками й загалом. Рейтингування стратегічних альтернатив здійснюється на основі дефазифікованих значень отриманих інтегральних нечітких оцінок. Цей методичний підхід дає змогу вищому керівництву підприємства визначити переваги та недоліки розроблених стратегічних альтернатив та розширює можливості традиційних методів стратегічного оцінювання.

Ключові слова: нечітка логіка, нечіткий багатокритерійний аналіз, лінгвістичні змінні, терм-множина, стратегічне планування, Fuzzy AHP, Fuzzy SAW.

В статье разработана модель оценивания и выбора стратегий предприятия на основе методов нечетко-множественной теории и модификации классической квантитивной матрицы стратегического планирования. Для достижения поставленных целей в работе используются методы стратегической диагностики и нечеткие методы многокритериального оценивания (методы анализа иерархий в нечеткой постановке, а именно Fuzzy AHP и Fuzzy SAW). Кроме традиционных критериев оценивания стратегических альтернатив, предлагается учитывать потенциальную способность достижения определенных стратегических целей. Разработанная нечеткая модель содержит 5 блоков, в каждом из которых предполагается применение лингвистических оценок по определенному терм-множеству с дальнейшим переводением их в нечеткие числа с трапецеидальными функциями принадлежности. Метод Fuzzy AHP используется для вычисления важности направлений анализа и критериев оценивания, а метод Fuzzy SAW – для определения нечетких интегральных оценок стратегических альтернатив по этим направлениям и в целом. Рейтингование стратегических альтернатив осуществляется на основе дефазифицированных значений полученных интегральных нечетких оценок. Этот методический подход позволяет высшему руководству предприятия определить преимущества и недостатки разработанных стратегических альтернатив и расширяет возможности традиционных методов стратегического оценивания.

Ключевые слова: нечеткая логика, нечеткий многокритериальный анализ, лингвистические переменные, терм-множество, стратегическое планирование, Fuzzy AHP, Fuzzy SAW.

The article develops a model for evaluating and selecting enterprise strategies based on the methods of fuzzy set theory and modification of the classical quantitative matrix of strategic planning. To achieve the set goals the methods of strategic diagnostics and fuzzy methods of multi criteria evaluation are used in the work, in particular the hierarchies' analysis method in Fuzzy analytic hierarchy process (Fuzzy AHP) and Fuzzy SAW. Peculiarities of application of classical strategic planning tools and their fuzzy analogues – modern models based on fuzzy logic (Fuzzy QSPM method, Fuzzy SWOT-analysis, Fuzzy IEM-matrix) are analyzed. In addition to the traditional criteria for evaluating strategic alternatives (their ability to use existing opportunities, respond to existing threats, improve strengths and minimize weaknesses), it is proposed in evaluation to take into account the potential ability to achieve certain strategic goals, which is the main task of strategic management. The developed fuzzy model contains 5 blocks, in each of which the application of linguistic estimates by a certain term set is envisaged, followed by their translation into fuzzy numbers with trapezoidal membership functions. The Fuzzy AHP method is used to calculate the importance of areas of analysis and evaluation criteria, and the Fuzzy SAW method is used to determine fuzzy integrated assessments of strategic alternatives in these areas and in general. The ranking of strategic alternatives is carried out on the basis of defuzzified values of the obtained fuzzy estimates. The information obtained can be used to make strategic decisions on the choice of strategy for implementation in the enterprise. Thus, this methodological approach allows senior management to identify the advantages and disadvantages of developed strategic alternatives, expands the possibilities of traditional methods of strategic evaluation, and is an important tool for strategic planning. To apply the proposed method a calculation scheme was developed in Excel, which can be used to transform linguistic estimates of experts into fuzzy numbers written in trapezoidal form with appropriate membership functions, to implement the calculation of fuzzy priority values of strategic alternatives, their defuzzification, and conduct simulation modeling depending on the correction of expert opinions.

Key words: fuzzy logic, fuzzy multi criteria analysis, linguistic variables, term-set, strategic planning, Fuzzy AHP, Fuzzy SAW.

Постановка проблеми. Складність ринкового середовища, його динамічність і важко-прогнозований характер зумовлюють необхідність розроблення науково обґрунтованих методик аналізу, оцінювання й урахування тенденцій різноманітних чинників задля адекватного та своєчасного реагування на виклики, що генеруються зовнішнім оточенням. Стратегічні рішення приймаються вищим керівництвом в умовах невизначеності, турбулентності та нечіткості. На думку І. Ансоффа, навіть «стратегії <...> існують або як ідеї, або як розмите уявлення про загальну ціль фірми, <...> як правило, далеко від чіткого формулювання» [1, с. 34].

Одним із найбільш відповідальних етапів у стратегічному процесі є аналіз розроблених стратегічних альтернатив із подальшим їх оцінюванням та вибором стратегії до реалізації на підприємстві, тому розгляд можливостей вдосконалення інструментарію вирішення цієї проблеми на основі врахування розпливчастості та нечіткості вхідної інформації є нагальною необхідністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним та методичним аспектам стратегічного планування діяльності підприємств присвячена велика кількість досліджень, зокрема, таких відомих зарубіжних та вітчизняних учених, як І. Ансофф [1], Р. Грант [3], П. Дойль, Б. Карлоф, Н. Лейк, А. Томпсон, А. Стрікленд [4], М. Портер, Д. Хассі [5], К. Фляйшер, Б. Бенсуссан [6], Л. Довгань, А. Наливайко, Н. Подольчак, З. Шершньова, А. Шегда.

Одним із найбільш потужних інструментів, який часто використовується фахівцями для кількісного оцінювання розроблених стратегій, є квантитативна матриця стратегічного планування (Quantitative Strategic Planning Matrix, QSPM) [8], в якій оцінювання стратегічних альтернатив здійснюється за двома напрямками, а саме зовнішнім (наскільки ефективно стратегії фірми використовують наявні можливості та мінімізують можливі негативні наслідки загроз, які генерує зовнішнє середовище) та внутрішнім (визначення рівня «впливу стратегії» на покращення внутрішнього стану підприємства чи його стратегічних бізнес-одиниць, тобто визначення того, наскільки ця стратегія дає змогу «посилити» його сильні та вдосконалити слабкі сторони).

В останнє десятиліття одним із найбільш перспективних напрямів прикладних досліджень у стратегічному управлінні є застосування методів та моделей нечітко-множинної теорії [17], які мають високу адаптаційну здатність до експертних даних, є досить гнучкими й адекватними вхідній інформації. Досить велика кількість публікацій в іноземних та вітчизняних виданнях досліджує проблеми стратегічного менеджменту через призму застосування класичних інструментів у нечіткій постановці. У цьому огляді обмежимося розглядом нечітких моделей оцінювання стратегічних альтернатив. Так, у джерелі [13] пропонується нечітка модель QSPM. Автори [10] використовують метод Fuzzy ANP для визначення внутрішньої

залежності між параметрами SWOT-моделі та обчислення їх важливості задля вибору кращих стратегій на текстильному підприємстві. Подібна ідея використана також у дослідженні [9], але для ранжирування стратегій використовується метод VIKOR. Авторами [14] як основний інструмент аналізу використовується класична модель QSPM, а для визначення пріоритетності стратегічних альтернатив – Fuzzy TOPSIS. У джерелі [14] для вибору стратегії технічного обслуговування застосовується нечітке адитивне зважування за допомогою методу Fuzzy SAW.

Однак, незважаючи на суттєвий прогрес щодо застосування інструментарію стратегічного планування на нечітко-множинній основі, існують прогалини, що стосуються проблем оцінювання та вибору стратегій для їх впровадження на підприємстві.

Метою дослідження є аналіз наявних методик і критеріїв оцінювання стратегічних альтернатив у стратегічному процесі та розроблення методичного підходу на основі модифікації квантитивної матриці стратегічного планування з використанням нечітких методів економіко-математичного моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Проблема оцінювання альтернативних стратегій та подальшого стратегічного вибору, як зазначалося вище, є надзвичайно важливим елементом стратегічного планування на підприємстві, оскільки ціна за прорахунки на цьому етапі може бути надзвичайно високою. Д. Хассі [5], виходячи з практичного досвіду, визначив низку таких питань, відповіді на які можуть дати змогу перевірити, чи немає в стратегії елементарних помилок:

- чи є стратегія визначеною та чітко сформульованою;
- чи взяті до уваги конкуренти й структура галузі;
- чи відповідає це реальному положенню на ринку;
- чи є відповідними географічні межі;
- чи узгоджується стратегія із силами зовнішнього середовища;
- чи є рівень ризику прийнятним;
- чи збільшує стратегія вартість для акціонерів;
- чи відповідає стратегія корпоративним компетенціям і ресурсам;
- чи відповідає стратегія організаційній структурі компанії;
- чи відповідає стратегія часовим аспектам;
- чи є стратегія внутрішньо узгодженою.

Автори [4] для вибору стратегії пропонують враховувати такі критерії.

1) Відповідність середовищу, тобто стратегія має відповідати умовам конкуренції, ринко-

вим можливостям і загрозам, іншим аспектам зовнішнього середовища. При цьому стратегія має також враховувати сильні й слабкі сторони компанії, її компетентність, конкурентні можливості. Стратегія, яка не відповідає внутрішньому середовищу та зовнішньому оточенню, не дасть змоги досягти бажаних результатів.

2) Конкурентна перевага. Стратегія має забезпечувати стабільну конкурентну перевагу. Чим більшою буде конкурентна перевага, що забезпечується стратегією, тим вищими будуть ефективність і віддача.

3) Ефективність. Найкраще правильність вибору стратегії підтверджується покращенням двох параметрів, таких як прибутковість та зміцнення конкурентної і ринкової позицій.

Існують також інші критерії, які можна використовувати додатково до наведених вище, зокрема повнота охоплення всіх ключових аспектів діяльності, внутрішня узгодженість складових частин, гнучкість, ступінь ризику [12].

Для оцінювання стратегічних альтернатив можна використовувати також матрицю МСС, запропоновану Дж. Ніколсом [15], де як критерії оцінювання розглядаються «відповідність місії» та «відповідність ключовим компетенціям». Уджерелі [2] автори для оцінювання та верифікації можливих стратегій і стратегічних рекомендацій доповнюють вищенаведену матрицю до тривимірної моделі, додаючи до наявних критеріїв (відповідність «місії та стратегічним цілям» та «відповідність ключовим компетенціям підприємства») наявність потенціалу синергії.

З аналізу наведених критеріїв оцінювання можна зробити висновок, що стратегії мають оцінюватися не тільки з точки зору їх спроможності використовувати наявні можливості, реагувати на наявні загрози, вдосконалювати сильні сторони та посилювати слабкі (що розглядається в класичному підході на основі QSPM, в його нечіткій модифікації FQSPM та інших підходах). Головним призначенням стратегії є спрямованість на досягнення визначених стратегічних цілей підприємства. Відповідно до цього розроблена модель містить такі елементи (рис. 1).

Для реалізації цієї моделі пропонується розроблений автором методичний підхід на основі теорії нечітких множин, основні етапи якого наведені на рис. 2.

Більш детально зупинимось на етапі 4 цієї методики, оскільки він містить п'ять блоків оцінювання стратегічних альтернатив, кожний з яких має подібну структуру й аналогічні розрахункові схеми. Розглянемо на прикладі блоку 1 основні процедурні моменти оцінювання.

Блок 1. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм досягнення стратегічних цілей підприємства.

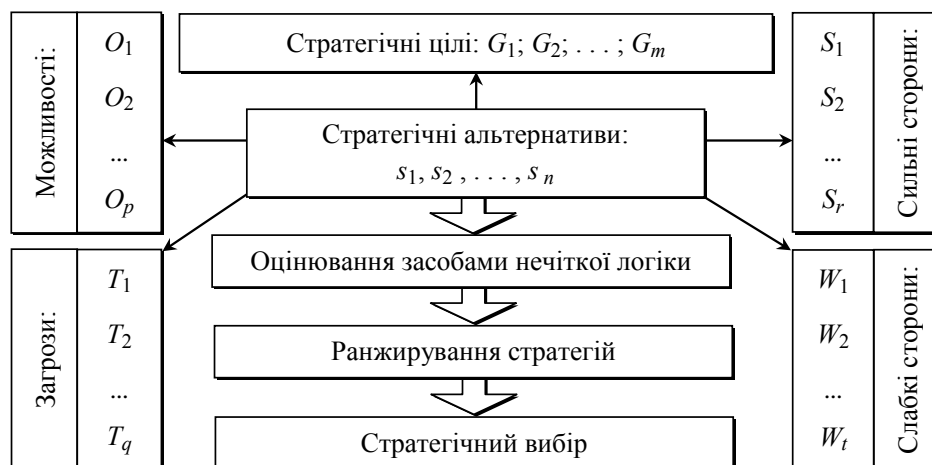


Рис. 1. Елементи нечіткої моделі оцінювання та вибору стратегій

Джерело: розроблено автором

1.1. Із залученням фахівців, експертів, керівників функціональних підрозділів формується система стратегічних цілей підприємства.

1.2. З використанням методу Fuzzy АНР [7] виконується нечітке оцінювання пріоритетності стратегічних цілей. Для цього необхідно зробити декілька кроків.

Крок 1. Побудова кожним експертом матриць парних порівнянь стратегічних цілей на основі лінгвістичної шкали (терм-множини), наведеної в табл. 1:

$$U_k^{\text{lingv}} = \left\| u_{ijk}^{\text{lingv}} \right\|_{m \times m},$$

де u_{ijk}^{lingv} – лінгвістична оцінка k -м експертом переваги i -ї стратегічної цілі над j -ю під час їх парного порівняння, $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, K$.

Крок 2. Переведення лінгвістичних оцінок у нечіткі числа на основі шкали, наведеної в табл. 1, та відповідних трапецієвидних нечітких чисел з відповідними функціями належності (рис. 4):

$$U_k^{\text{lingv}} \rightarrow \tilde{V}_k = \left\| \tilde{v}_{ijk} \right\| = \left\| (\vartheta_{ijk}, \varsigma_{ijk}, \psi_{ijk}, \xi_{ijk}) \right\|.$$

Таким чином, одержимо нечіткі матриці \tilde{V}_k ($k = 1, 2, \dots, K$) парних порівнянь стратегічних цілей, побудовані кожним експертом.

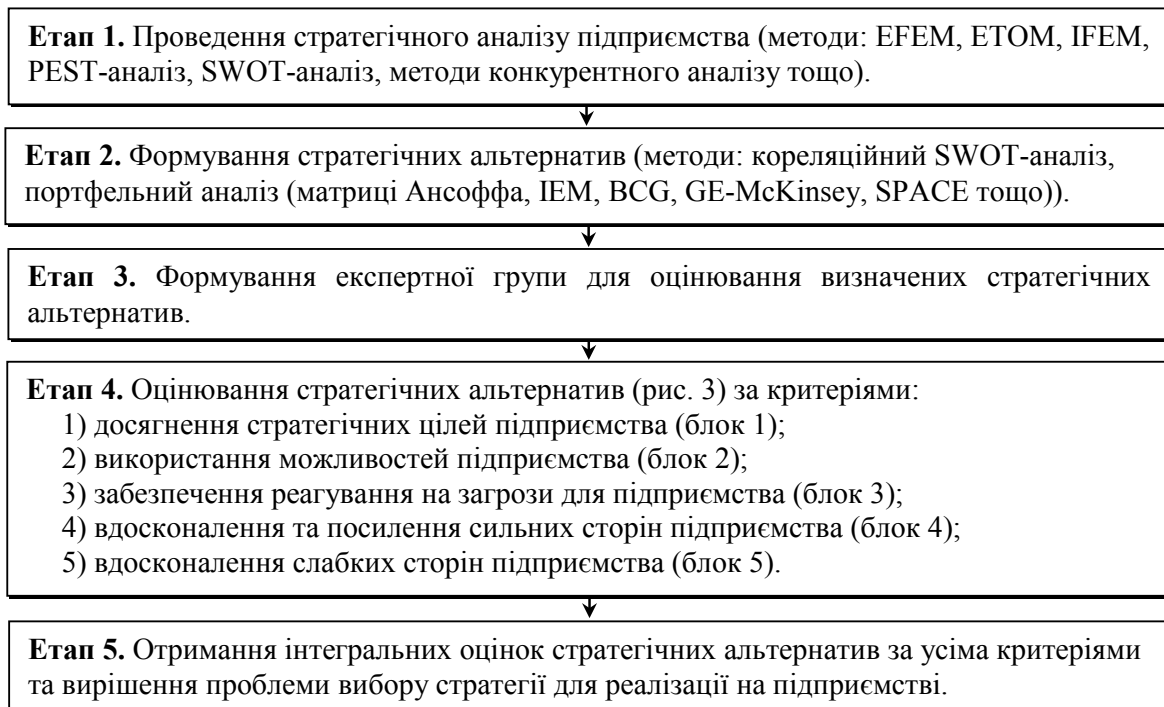


Рис. 2. Етапи оцінювання та вибору стратегії для реалізації на підприємстві

Джерело: розроблено автором

Блок 1. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм досягнення стратегічних цілей підприємства.

- 1.1. Ідентифікація стратегічних цілей.
- 1.2. Нечітке оцінювання пріоритетності стратегічних цілей (FAHP).
- 1.3. Оцінювання «внеску» стратегічних альтернатив у досягнення визначеної стратегічної цілі (побудова нечіткої матриці «внесків»).
- 1.4. Обчислення інтегрального «внеску» кожної стратегічної альтернативи у досягнення стратегічних цілей підприємства (FSAW).

Блок 2. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм використання можливостей підприємства.

- 2.1. Ідентифікація наявних та прогнозованих можливостей (SWOT-аналіз, матриці Вільсона).
- 2.2. Нечітке оцінювання важливості визначених можливостей (FAHP).
- 2.3. Оцінювання використання стратегічними альтернативами визначених можливостей.
- 2.4. Обчислення для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення використання визначених можливостей підприємства (FSAW).

Блок 3. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм забезпечення реагування на загрози для підприємства.

- 3.1. Ідентифікація наявних та прогнозованих загроз для підприємства (SWOT-аналіз, матриці Вільсона).
- 3.2. Нечітке оцінювання важливості визначених загроз (FAHP).
- 3.3. Оцінювання забезпечення стратегічними альтернативами реагування на визначені загрози.
- 3.4. Обчислення для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення забезпечення реагування на визначені загрози (FSAW).

Блок 4. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм вдосконалення та посилення сильних сторін підприємства.

- 4.1. Ідентифікація сильних сторін підприємства (SNW, SWOT-аналіз).
- 4.2. Нечітке оцінювання пріоритетності сильних сторін підприємства (FAHP).
- 4.3. Оцінювання забезпечення стратегічними альтернативами посилення та вдосконалення сильних сторін підприємства.
- 4.4. Обчислення для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення забезпечення посилення та вдосконалення сильних сторін підприємства (FSAW).

Блок 5. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм вдосконалення і посилення слабких сторін підприємства.

- 5.1. Ідентифікація слабких сторін підприємства (SNW, SWOT-аналіз).
- 5.2. Нечітке оцінювання пріоритетності слабких сторін підприємства (FAHP).
- 5.3. Оцінювання можливості стратегічних альтернатив посилення та вдосконалення слабких сторін підприємства.
- 5.4. Обчислення для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення забезпечення посилення та вдосконалення слабких сторін підприємства (FSAW).

Рис. 3. Блоки оцінювання стратегічних альтернатив за визначеними критеріями

Джерело: розроблено автором

Шкала переведення лінгвістичних термів у нечіткі числа [7]

Лінгвістичні терми для визначення відносної важливості об'єктів (під час порівняння i -го об'єкта з j -м)	Позначення	\tilde{a}_{ij}	$\tilde{a}_{ji} = \tilde{1}(\div)\tilde{a}_{ij}$
Рівноцінні (Equal)	E	(1; 1; 1; 1)	(1; 1; 1; 1)
Помірна перевага (Moderate)	M	(2; 2,5; 3,5; 4)	(1/4; 2/7; 2/5; 1/2)
Сильна перевага (Strong)	S	(4; 4,5; 5,5; 6)	(1/6; 2/11; 2/9; 1/4)
Дуже сильна перевага (Very Strong)	VS	(6; 6,5; 7,5; 8)	(1/8; 2/15; 2/13; 1/6)
Надзвичайно сильна перевага (Extremaly Strong)	ES	(8; 8,5; 9; 9)	(1/9; 1/9; 2/17; 1/8)
<i>Проміжні (intermediate) нечіткі значення</i>			
Дуже слабка перевага (між E та M)	EiM	(1; 1,5; 2,5; 3)	(1/3; 2/5; 2/3; 1)
Перевага (між M та S)	MiS	(3; 3,5; 4,5; 5)	(1/5; 2/9; 2/7; 1/3)
Сильна перевага (між S та VS)	SiVS	(5; 5,5; 6,5; 7)	(1/7; 2/13; 2/11; 1/5)
Дуже сильна перевага (між VS та ES)	VSIES	(7; 7,5; 8,5; 9)	(1/9; 2/17; 2/15; 1/7)

Крок 3. Агрегація нечітких матриць $\tilde{V}_1, \tilde{V}_2, \dots, \tilde{V}_K$ задля отримання інтегральної нечіткої матриці парних порівнянь стратегічних цілей $\tilde{V} = \|\tilde{v}_{ij}\|$ за допомогою такого співвідношення:

$$\tilde{v}_{ij} = (\vartheta_{ij}, \varsigma_{ij}, \psi_{ij}, \xi_{ij}) = \frac{1}{K} \bigoplus_{k=1}^K \tilde{v}_{ijk} = \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \vartheta_{ijk}, \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \varsigma_{ijk}, \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \psi_{ijk}, \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \xi_{ijk} \right). \quad (1)$$

Відповідно до методології ФАНР [7] для одержаної матриці \tilde{V} розрахуємо нечіткі числа:

$$\tilde{s}_i = \left(\sqrt[m]{\vartheta_{i1} \times \dots \times \vartheta_{im}}, \sqrt[m]{\varsigma_{i1} \times \dots \times \varsigma_{im}}, \sqrt[m]{\psi_{i1} \times \dots \times \psi_{im}}, \sqrt[m]{\xi_{i1} \times \dots \times \xi_{im}} \right) = (s_i^{\vartheta}, s_i^{\varsigma}, s_i^{\psi}, s_i^{\xi}).$$

Далі обчислимо

$$\tilde{r} = \tilde{s}_1 (+) \tilde{s}_2 (+) \dots (+) \tilde{s}_m = (s_1^{\vartheta} + s_2^{\vartheta} + \dots + s_m^{\vartheta}, s_1^{\varsigma} + s_2^{\varsigma} + \dots + s_m^{\varsigma}, s_1^{\psi} + s_2^{\psi} + \dots + s_m^{\psi}, s_1^{\xi} + s_2^{\xi} + \dots + s_m^{\xi}) = (r^{\vartheta}, r^{\varsigma}, r^{\psi}, r^{\xi})$$

$$\text{та } \tilde{r}^{-1} = \left(\frac{1}{r^{\xi}}, \frac{1}{r^{\psi}}, \frac{1}{r^{\varsigma}}, \frac{1}{r^{\vartheta}} \right).$$

Нечіткі коефіцієнти важливості напрямів аналізу одержимо на основі таких співвідношень:

$$\tilde{V}_i = (s_i^{\vartheta}, s_i^{\varsigma}, s_i^{\psi}, s_i^{\xi}) \times \left(\frac{1}{r^{\xi}}, \frac{1}{r^{\psi}}, \frac{1}{r^{\varsigma}}, \frac{1}{r^{\vartheta}} \right) =$$

$$= \left(\frac{s_i^{\vartheta}}{r^{\xi}}, \frac{s_i^{\varsigma}}{r^{\psi}}, \frac{s_i^{\psi}}{r^{\varsigma}}, \frac{s_i^{\xi}}{r^{\vartheta}} \right) = (V_i^{\alpha}, V_i^{\beta}, V_i^{\gamma}, V_i^{\varphi}).$$

Ці значення необхідно нормалізувати. Для цього спочатку дефазифікуємо одержані числа. Відповідно до джерела [11] для дефазифікації (defuzzification) нечіткого трапецієвидного числа $\tilde{A} = (a_1; a_2; a_3; a_4)$ використовується співвідношення (2):

$$\tilde{A}^{def} = \frac{1}{3} \left(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 - \frac{a_3 a_4 - a_1 a_2}{(a_3 + a_4) - (a_1 + a_2)} \right). \quad (2)$$

Таким чином, для $\tilde{V}_i = (V_i^{\alpha}, V_i^{\beta}, V_i^{\gamma}, V_i^{\varphi})$ дефазифіковане чітке число буде розраховуватися так:

$$\tilde{V}_i^{def} = \frac{1}{3} \left(V_i^{\alpha} + V_i^{\beta} + V_i^{\gamma} + V_i^{\varphi} - \frac{V_i^{\gamma} V_i^{\varphi} - V_i^{\alpha} V_i^{\beta}}{(V_i^{\gamma} + V_i^{\varphi}) - (V_i^{\alpha} + V_i^{\beta})} \right).$$

Далі для нормалізації $\tilde{V}_i = (V_i^{\alpha}, V_i^{\beta}, V_i^{\gamma}, V_i^{\varphi})$ скористаємося формулою (3):

$$\tilde{v}_i = \left(V_i^{\alpha} / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def}, V_i^{\beta} / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def}, V_i^{\gamma} / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def}, V_i^{\varphi} / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def} \right) = (\alpha_i^G, \beta_i^G, \gamma_i^G, \varphi_i^G). \quad (3)$$

Таким чином, отримаємо нечіткі вагові коефіцієнти стратегічних цілей підприємства.

2.3. Визначення «внеску» стратегічних альтернатив у досягнення стратегічних цілей підприємства.

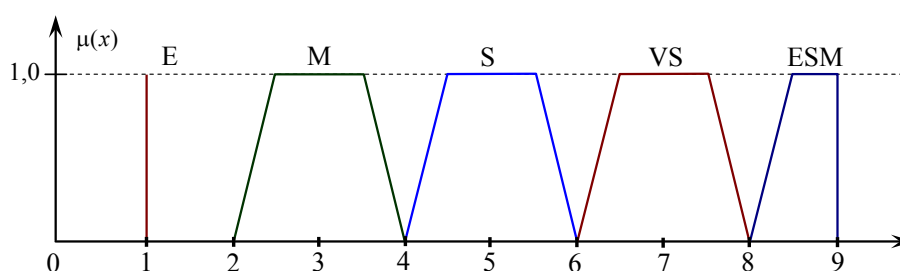


Рис. 4. Трапецієвидні функції належності термів

Для цього спочатку експертами здійснюється лінгвістичне оцінювання «внеску» i -ї стратегічної альтернативи у досягнення j -ї стратегічної цілі з використанням терм-множини $T = \{\text{вкрай несуттєвий} - \text{Extremely po Significant (EnS)}, \text{дуже низький} - \text{Very Low (VL)}; \text{низький} - \text{Low (L)}; \text{середній} - \text{M (M)}; \text{високий} - \text{High (H)}; \text{дуже високий} - \text{Very High (VH)}, \text{надзвичайно високий} - \text{Extremely High (EH)}\}$. Семантика термів задається нечіткими числами на інтервалі $[0,0; 9,0]$ (рис. 5) з відповідними функціями належності: EnS – $(0,0; 0,0; 0,5; 1,0)$; VL – $(0,5; 1,0; 2,0; 2,5)$; L – $(2,0; 2,5; 3,5; 4,0)$; M – $(3,5; 4,0; 5,0; 5,5)$; H – $(5,0; 5,5; 6,5; 7,0)$; VH – $(6,5; 7,0; 8,0; 8,5)$; EH – $(8,0; 8,5; 9,0; 9,0)$.

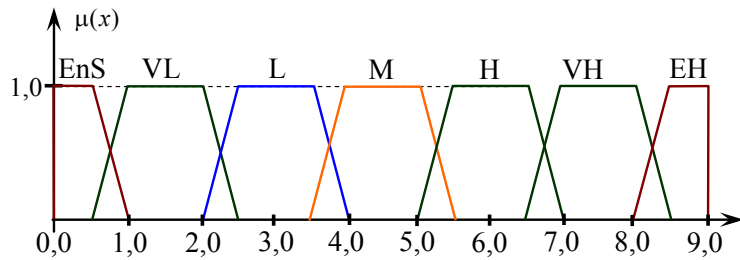


Рис. 5. Трапецієвидні функції належності термів оцінювання стратегічних альтернатив

Таким чином, одержимо матрицю лінгвістичних оцінок $\|Q_{ij}^k\|_{n \times m}^{lingv}$, яку можна представити у вигляді нечіткої матриці «внесків» $\|\tilde{g}_{ijk}\|_{n \times m}$, де \tilde{g}_{ijk} – нечітке число, яке визначається як оцінка k -м експертом ступеня досягнення (реалізації) i -ю стратегією j -ї стратегічної цілі. Агрегуючи міркування експертів, одержимо інтегральні оцінки:

$$\tilde{g}_{ij} = (x_{ij}, y_{ij}, z_{ij}; u_{ij}) = \frac{1}{K} \bigoplus_{k=1}^K \tilde{g}_{ijk} = \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_{ijk}; \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y_{ijk}; \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K z_{ijk}; \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K u_{ijk} \right). \quad (4)$$

2.4. Обчислення інтегрального «внеску» кожної стратегічної альтернативи у досягнення стратегічних цілей підприємства з використанням методу Fuzzy SAW:

$$\tilde{G}_i = \bigoplus_{j=1}^m v_k(x) \tilde{g}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^m \alpha_j^G \times x_{ij}; \sum_{j=1}^m \beta_j^G \times y_{ij}; \sum_{j=1}^m \gamma_j^G \times z_{ij}; \sum_{j=1}^m \varphi_j^G \times u_{ij} \right) = (G_i^\alpha; G_i^\beta; G_i^\gamma; G_i^\varphi). \quad (5)$$

Блок 2 – Блок 5. Діючи аналогічним чином (як це було зроблено в блоці 1), можемо обчислити нечіткі значення важливості кожного фактору визначених напрямів оцінювання (S, W, O, T) та нечіткі оцінки за ними. Результати відповідних розрахунків наведені в табл. 2.

Далі з використанням методу Fuzzy SAW знаходимо інтегральні значення стратегічних альтернатив за кожним напрямом аналізу:

$$\begin{aligned} \tilde{S}_i &= \bigoplus_{j=1}^r \tilde{w}_j^S(x) \tilde{S}_{ij} = (S_i^\alpha; S_i^\beta; S_i^\gamma; S_i^\varphi); \\ \tilde{W}_i &= \bigoplus_{j=1}^t \tilde{w}_j^W(x) \tilde{W}_{ij} = (W_i^\alpha; W_i^\beta; W_i^\gamma; W_i^\varphi); \\ \tilde{O}_i &= \bigoplus_{j=1}^p \tilde{w}_j^O(x) \tilde{O}_{ij} = (O_i^\alpha; O_i^\beta; O_i^\gamma; O_i^\varphi); \\ \tilde{T}_i &= \bigoplus_{j=1}^q \tilde{w}_j^T(x) \tilde{T}_{ij} = (T_i^\alpha; T_i^\beta; T_i^\gamma; T_i^\varphi). \end{aligned}$$

На 5-му етапі для визначення інтегральної оцінки кожної стратегічної альтернативи, окрім розрахованих нечітких значень $\tilde{G}_i, \tilde{O}_i, \tilde{T}_i, \tilde{S}_i$ та \tilde{W}_i ($i = 1, 2, \dots, n$), необхідна інформація щодо важливості критеріїв оцінювання. Для цього знову можна скористатися методом аналізу ієрархій у нечіткій постановці (Fuzzy ANP). Позначимо як $\tilde{\rho}^G, \tilde{\rho}^S, \tilde{\rho}^W, \tilde{\rho}^O, \tilde{\rho}^T$ розраховані нечіткі вагові коефіцієнти, які визначають важливість критеріїв оцінювання. Тоді інтегральна нечітка оцінка i -ї стратегії знаходиться за допомогою формули нечіткого простого адитивного зважування (FSAW):

$$\tilde{I}_i = \tilde{\rho}^G(x) \tilde{G}_i (+) \tilde{\rho}^S(x) \tilde{O}_i (+) \tilde{\rho}^W(x) \tilde{W}_i (+) \tilde{\rho}^O(x) \tilde{S}_i (+) \tilde{\rho}^T(x) \tilde{T}_i. \quad (6)$$

Далі знову використовуємо формулу (2) для дефазифікації нечітких значень і одержимо $(\tilde{I}_i)^{def}, i = 1, 2, \dots, n$. Після ранжування стратегічних альтернатив за одержаними значеннями $(\tilde{I}_i)^{def}$ можна виділити групу кращих

Таблиця 2

Нечіткі вагові коефіцієнти та оцінки стратегічних альтернатив за напрямом

Для S	Для W	Для O	Для T
<i>Нечіткі вагові коефіцієнти</i>			
$\tilde{w}_j^S = (\alpha_j^S; \beta_j^S; \gamma_j^S; \varphi_j^S)$ $j = 1, 2, \dots, r$	$\tilde{w}_j^W = (\alpha_j^W; \beta_j^W; \gamma_j^W; \varphi_j^W)$ $j = 1, 2, \dots, t$	$\tilde{w}_j^O = (\alpha_j^O; \beta_j^O; \gamma_j^O; \varphi_j^O)$ $j = 1, 2, \dots, p$	$\tilde{w}_j^T = (\alpha_j^T; \beta_j^T; \gamma_j^T; \varphi_j^{TO})$ $j = 1, 2, \dots, q$
<i>Нечіткі оцінки стратегічних альтернатив за напрямом</i>			
$\tilde{S}_{ij} = (a_{ij}^S, b_{ij}^S, c_{ij}^S)$	$\tilde{W}_{ij} = (a_{ij}^W, b_{ij}^W, c_{ij}^W)$	$\tilde{O}_{ij} = (a_{ij}^O, b_{ij}^O, c_{ij}^O)$	$\tilde{T}_{ij} = (a_{ij}^T, b_{ij}^T, c_{ij}^T)$

альтернатив для розгляду вищим керівництвом і подальшого здійснення стратегічного вибору. Одержана інформація дає змогу усвідомити переваги та проблемні моменти кожної стратегічної альтернативи за визначеними напрямками аналізу.

Зазначимо, що, як і всі інші аналітичні інструменти стратегічного планування, розроблена методика має не бути приписовою моделлю поведінки на ринку, а, скоріше, слугувати орієнтиром для остаточного стратегічного вибору.

Для застосування запропонованої методики було розроблено розрахункову схему в Excel, за допомогою якої можна здійснювати трансформацію лінгвістичних оцінок експертів у нечіткі числа, записані в трапецієвидній формі з відповідними функціями належності, реалізувати обчислення нечітких значень рівня стратегічних альтернатив, дефазифікацію цих значень, а також провести імітаційне моделювання залежно від корекції міркувань експертів.

Висновки з проведеного дослідження. У статті запропоновано методичний підхід до

аналізу та оцінювання стратегічних альтернатив у процесі стратегічного планування підприємства з використанням інструментарію нечіткого економіко-математичного моделювання, зокрема нечітких методів FAHP та простого адитивного зважування (FSAW). У цій методиці, окрім традиційних критеріїв їх оцінювання (здатності використовувати наявні можливості, реагувати на наявні загрози, вдосконалювати сильні та слабкі сторони), пропонується враховувати потенційну спроможність досягнення визначених стратегічних цілей.

Подальші дослідження за цією темою можуть бути спрямовані на:

– адаптацію цієї методики відповідно до специфіки діяльності підприємства та його реляційного простору;

– розроблення фреймворку аналізу та оцінювання стратегічних альтернатив з використанням спеціалізованих додатків, які реалізують можливості нечіткого моделювання, наприклад, у Fuzzy Control Design Toolbox, Fuzzy TECH.

Список використаних джерел:

1. Ансофф И. Стратегическое управление. Москва : Экономика, 1989. 519 с.
2. Балан В., Тимченко І. Теоретико-методичні аспекти формування та реалізації корпоративної стратегії вертикально-інтегрованого холдингу з використанням теорії нечіткої логіки. *Економічний простір*. 2016. № 113. С. 67–79.
3. Грант Р. 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. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2006. 928 с.
5. Хасси Д. Стратегия и планирование. Санкт-Петербург : 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. Chang D.Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*. 1996. Vol. 95 (3). P. 649–655.
8. David M.E., David F.R. The Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM) Applied to a Retail Computer Store. *The Coastal Business Journal*. 2009. Vol. 8. № 1. P. 42–52.
9. Fouladgar M., Yazdani-Chamzini A., Yakhchali S. A new methodology for prioritizing mining strategies. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 2011. Vol. 2. № 4. P. 342–347.
10. Jeyaraj K.L., Muralidharan C., Senthilvelan T., Deshmukh S.G. A hybrid business strategy selection process for a Textile company using SWOT and fuzzy ANP – a case study. *International Journal of Management*. 2012. Vol. 3. № 2. P. 124–143.
11. Multiple criteria group decision-making for supplier selection based on COPRAS method with interval type-2 fuzzy sets / K.M. Ghorabae, M. Amiri, J. Salehi, J.S. Sadaghiani, G.H. Goodarzi. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2014. Vol. 75 (5–8). P. 1115–1130.
12. Leleur S. Complex Strategic Choices. Applying Systemic Planning for Strategic Decision Making. Springer-Verlag London. 2012. 168 p.
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. Nasab H.H., Milani A.S. An improvement of quantitative strategic planning matrix using multiple criteria decision making and fuzzy numbers. *Applied Soft Computing*. 2012. Vol. 12. P. 2246–2253.
15. Nicholls J. The MCC decision matrix: a tool for applying strategic logic to everyday activity. *Management decision*. 1995. Vol. 33. № 6. P. 4–10.
16. Sagar M.K., Jayaswal P., Kushwah K. Exploring Fuzzy SAW Method for Maintenance Strategy Selection Problem of Material Handling Equipment. *International Journal of Current Engineering and Technology*. 2013. Vol. 3. № 2. P. 600–605.
17. Zadeh L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 1. № 1. P. 89–100.

References:

1. Ansoff I. (1989) *Strategicheskoe upravlenie [Strategic management]*. Moscow : Jekonomika, 519 p. (in Russian).
2. Balan V.H., Tymchenko I.P. (2016) Teoretyko-metodychni aspekty formuvannia ta realizatsii korporatyvnoi stratehii vertykal'no-intehrovanoho kholdynhu z vykorystanniam teorii nechitkoi lohiky. [Theoretical and methodological aspects of the formation and implementation the corporate strategy of vertically integrated holding with use of theory of fuzzy logic]. *Ekonomichnyj prostir*, no. 113, pp. 67–79 (in Ukrainian).
3. Grant R.M. (2008) *Sovremennyj strategicheskij analiz: 5-e izd. [Contemporary strategy analysis: fifth edition]*. SPb. : 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 znanij, 541 p. (in Russian).
7. Chang D.Y. (1996) Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, vol. 95 (3), pp. 649–655.
8. David, M.E., David F.R. (2009) The Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM) Applied to a Retail Computer Store. *The Coastal Business Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 42–52.
9. Fouladgar M., Yazdani-Chamzini A., Yakhchali S. (2011) A new methodology for prioritizing mining strategies. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, vol. 2, no. 4, pp. 342–347.
10. Jeyaraj K.L., Muralidharan C., Senthilvelan T., Deshmukh S.G. (2012) A hybrid business strategy selection process for a Textile company using SWOT and fuzzy ANP – a case study. *International Journal of Management*, vol. 3, no. 2, pp. 124–143.
11. Ghorabae K.M., Amiri M., Salehi J., Sadaghiani J.S., Goodarzi G.H. (2014) Multiple criteria group decision-making for supplier selection based on COPRAS method with interval type-2 fuzzy sets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 75 (5–8), pp. 1115–1130.
12. Leleur S. (2012) *Complex Strategic Choices. Applying Systemic Planning for Strategic Decision Making*. Springer-Verlag London, 168 p.
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*, vol. 5 (12), pp. 1173–1179.
14. Nasab H.H., Milani A.S. (2012) An improvement of quantitative strategic planning matrix using multiple criteria decision making and fuzzy numbers. *Applied Soft Computing*, vol. 12, pp. 2246–2253.
15. Nicholls J. (1995) The MCC decision matrix: a tool for applying strategic logic to everyday activity. *Management decision*, vol. 33, no. 6, pp. 4–10.
16. Sagar M.K., Jayaswal P., Kushwah K. (2013) Exploring Fuzzy SAW Method for Maintenance Strategy Selection Problem of Material Handling Equipment. *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 600–605.
17. 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.