

УДК 005.336/.521:161.111:658
DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2021-38-2>

Балан В. Г.
*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту інноваційної та інвестиційної діяльності
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1577-0636>*

Balan Valeriy
*PhD in Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at Department of Management of Innovation
and Investment Activities
Taras Shevchenko National University of Kyiv*

ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИБОРУ СТРАТЕГІЙ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. У статті пропонується модель оцінювання та вибору альтернативних стратегій підприємства з використанням логіко-лінгвістичного інструментарію та нечіткої логіки на основі модифікації класичної квантитативної матриці стратегічного планування (Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM)). Автором побудована ієрархія визначеної проблеми, яка передбачає ідентифікацію критеріїв оцінювання та їх декомпозицію на підкритерії. Оцінювання стратегічних альтернатив здійснюється експертним шляхом із використанням семирівневої терм-множини з триангулярними нечіткими числами та трикутними функціями належності. Агрегація експертних оцінок здійснюється за допомогою системи нечіткого виведення за Мамдані на основі розроблених логічних правил та нечітких баз знань. У разі суттєвого розходження оцінок експертів, передбачається застосування процедури їх узгодження за допомогою Fuzzy Delphi методу. Розроблена модель може бути використана для фасилітації процесу визначення переліку найбільш «привабливих» (пріоритетних) стратегій підприємства в якості основної чи комплементарної до існуючих методик та може бути основою для створення системи підтримки прийняття стратегічних рішень.

Ключові слова: стратегічний вибір, нечітка логіка, лінгвістичні змінні, терм-множина, система нечіткого виведення за Мамдані.

Вступ та постановка проблеми. Зміна умов функціонування сучасних підприємств, пов'язана з посиленням невизначеності й складності зовнішнього середовища, з наявними тенденціями і загрозами, зумовлює необхідність трансформації та вдосконалення методів ведення бізнесу та прийняття управлінських рішень менеджментом компаній. Особливою мірою це стосується інструментарію

стратегічного управління, який потребує суттєвої модернізації на основі використання сучасних технологій економіко-математичного моделювання, врахування досвіду та напрацювань теоретиків і практиків, задіяних у розбудові фундаментальних засад менеджменту організацій.

Одним із найбільш важливих етапів у стратегічному процесі є аналіз розроблених стратегічних альтернатив із

подальшим їх оцінюванням та вибором стратегії до реалізації на підприємстві. Цей етап характеризується наявністю низки проблемних моментів, пов'язаних як з його феноменологічними особливостями (нечіткість експертних оцінок, вплив різноманітних внутрішніх і зовнішніх чинників, невизначеності та ризиків), так із когнітивними бар'єрами, що виникають через лінгвістичні розбіжності, особливості систем індивідуальних переважань експертів, а також відмінності у їх професійному досвіді. Врахування цих аспектів потребує застосування нечітких технологій і систем, перевагою яких є їхня здатність обробляти лінгвістичну інформацію та враховувати експертні знання [1]. Дійсно методи та моделі нечітко-множинної теорії та нечіткої логіки мають високу адаптаційну здатність до експертних даних, до якісного, вербального опису параметрів, що аналізуються, є достатньо гнучкими й адекватними вхідній інформації [2].

Таким чином, можна зробити висновок, що розгляд можливостей вдосконалення інструментарію вирішення даної проблеми на основі врахування розпливчастості та нечіткості вхідної інформації є нагальною необхідністю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вагомий внесок у розробку теоретико-методичних засад стратегічного планування й, зокрема, одного з найбільш відповідальних його етапів – етапу стратегічного вибору, зроблено зарубіжними й вітчизняними фахівцями та вченими: Р. Акоффом, І. Ансоффом [3], Р. Грантом [4], С. Лерером [5], А. Томпсоном, А. Стріклендом [6], М. Портером, Д. Хассі [7], К. Фляйшером, Б. Бенсуссаном [8], Л. Довгань, З. Шершньовою, А. Шегдою та ін.

Сучасним трендом методології стратегічного планування діяльності підприємств є застосування досить потужного інструментарію економіко-математичного моделювання на основі теорії нечітких множин та нечіткої логіки [9]. У даному огляді літературних джерел зробимо акцент на останніх працях, присвячених застосуванню нечітких підходів до оцінювання стратегічних альтернатив. Так, у [10] запропоновано підхід, який передбачає застосування теорії нечітких множин у стратегічному плануванні підприємства з метою досягнення найкращого стратегічного вибору. Реалізація розробленої системи підтримки стратегічних рішень здійснюється за допомогою можливостей нечіткої логіки у MATLAB. У [11] пропонується нечітка модель QSPM [12] з оцінками в діапазоні нечітких триангулярних чисел $[(-20; -20; -20); (20; 20; 20)]$. Автори [13] використовують метод Fuzzy ANP для визначення внутрішньої залежності між параметрами SWOT-моделі та обчислення їх важливості з метою вибору кращих стратегій на текстильному підприємстві. У статті [14] для ранжування стратегій використовується метод VIKOR. Авторами [15] для визначення пріоритетності стратегічних альтернатив використовується метод fuzzy TOPSIS на основі класичної моделі QSPM. У статті [2] розроблено модель оцінювання та вибору стратегій підприємства на основі модифікації класичної квантитативної матриці стратегічного планування з використанням інструментарію нечіткої логіки: методу Fuzzy ANP (для обчислення важливості напрямів аналізу та критеріїв оцінювання) та методу Fuzzy SAW (для визначення нечітких інтегральних оцінок стратегічних альтернатив за цими напрямками і загалом). Рейтингування стратегічних альтернатив здійснюється на основі дефазифікованих значень отриманих інтегральних нечітких оцінок. Стаття [16] презентує застосування методу Fuzzy Delphi для здійснення стратегічного вибору. У [17] для оцінювання та вибору стратегічних альтернатив підприємства використовується нечіткий метод аналізу ієрархій (Fuzzy ANP) з відповідними терм-множиною парних порівнянь варіантів, триангулярними нечіткими числами й

трикутними функціями належності для визначення важливості критеріїв оцінювання та для обчислення значень пріоритетності стратегічних альтернатив за цими критеріями. З метою забезпечення узгодженості оцінок експертів використовується метод Fuzzy Delphi. Обчислення інтегрального значення рівня пріоритетності стратегічних альтернатив здійснюється на основі схемі Белмана-Заде. Дослідження [18] розширює арсенал стратегічного вибору за рахунок розробки методики оцінювання стратегічних наборів підприємства на основі суттєвого вдосконалення класичної квантитативної матриці стратегічного планування з використанням теорії нечітких множин та методу Fuzzy CODAS.

Однак, незважаючи на суттєві зрушення та досягнення в області застосування інструментарію стратегічного планування на основі нечітко-множинної теорії та нечіткої логіки, існують проблемні моменти в оцінюванні та виборі стратегій, які потребують удосконалення методичного забезпечення.

Метою статті є аналіз підходів до формування систем критеріїв оцінювання стратегічних альтернатив та розробка логіко-лінгвістичної моделі оцінювання та вибору стратегій підприємства на основі системи нечіткого виведення за Мамдані.

Виклад основного матеріалу дослідження. Автором розроблена модель оцінювання стратегічних альтернатив підприємства та здійснення стратегічного вибору на основі застосування експертних міркувань у лінгвістичній формі з використанням нечіткої логіки та модифікації класичної квантитативної матриці стратегічного планування (рис. 1). Основна мета цієї моделі – фасилітація процесу визначення переліку найбільш «привабливих» (пріоритетних) стратегій підприємства. Вона може бути також складовою системи підтримки прийняття стратегічних рішень (SDSS) з метою збору релевантної інформації, оцінювання та вибору стратегічних альтернатив підприємства до впровадження.

Розглянемо етапи застосування розробленої моделі.

Етап I – проведення ґрунтового стратегічного аналізу підприємства. Для цього можна скористатися такими інструментами зовнішньої та внутрішньої діагностики: EFEM, ETOM, IFEM, PEST-аналіз, SWOT-аналіз, методи конкурентного аналізу тощо.

Етап II – формування стратегічних альтернатив. Тут можуть бути використані кореляційний SWOT-аналіз, методи портфельного аналізу (матриці Ансоффа, IEM, BCG, GE-McKinsey, динамічного SPACE-аналізу тощо). На думку Дж. Дея «...найкращий стратегічний вибір робиться тоді, коли особи, які приймають рішення, явно шукають та обговорюють декілька альтернатив одночасно. Різноманітність дає менеджерам основу для порівняння та підвищує креативність, пропонуючи комбінації різних стратегій» [20].

Етап III передбачає ідентифікацію критеріїв оцінювання стратегічних альтернатив підприємства. Як зазначає Дж. Дей [20] «дебати щодо того, які альтернативи слід обрати, будуть продуктивними лише тоді, коли альтернативи порівнюватимуться з точки зору стратегічних засад, які лежать в основі створення вартості акціонерів». У табл. 1 наведені існуючі підходи до формування системи критеріїв оцінювання стратегічних альтернатив.

Оскільки дана стаття є продовженням досліджень автора [2; 17; 18], що стосуються вирішення проблеми оцінювання та вибору стратегічних альтернатив до впровадження на підприємстві, то в даній моделі буде використовуватися система критеріїв, визначена в [2], з наступною їх декомпозицією (рис. 2). Слід відзначити, що за необхідності з метою адаптації до специфіки галузі

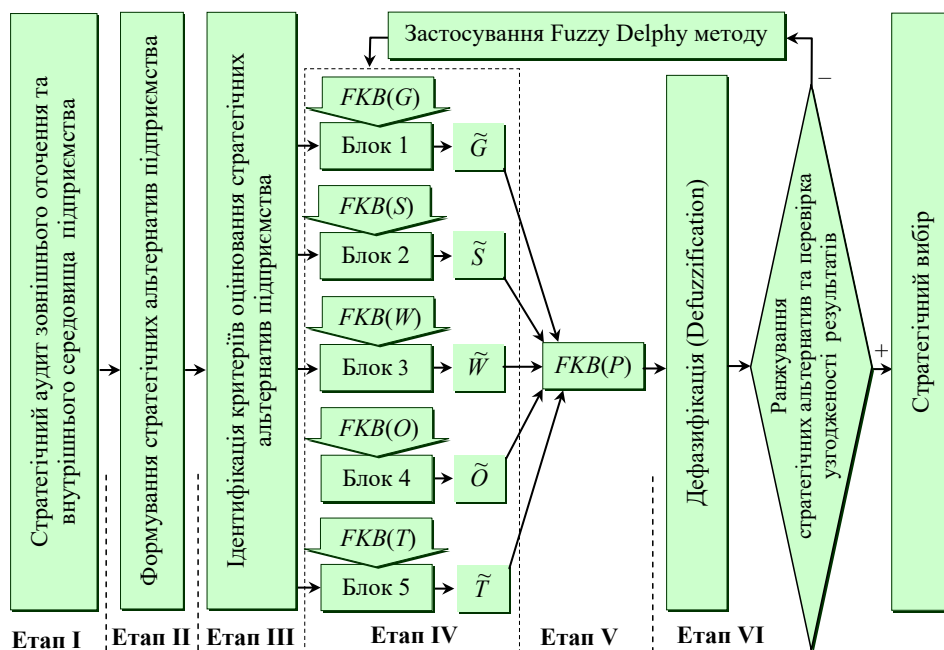


Рис. 1. Етапи застосування моделі оцінювання та вибору стратегій підприємства на основі системи нечіткого виведення за Мамдані

Джерело: розроблено автором на основі [19]

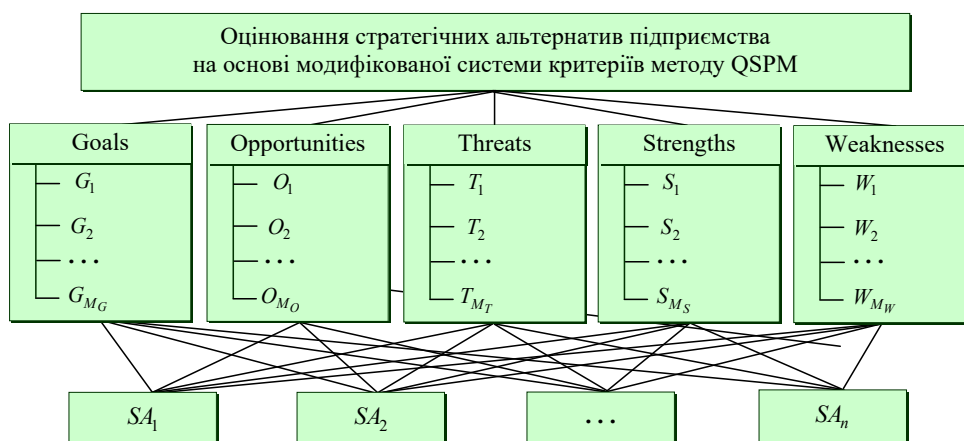


Рис. 2. Ієрархія проблеми оцінювання стратегічних альтернатив підприємства

Джерело: розроблено автором

та особливостей підприємства дана модель може бути трансформована відповідним чином.

Етап IV – аналітичне оцінювання ідентифікованих альтернатив за визначеними напрямками (Блок 1 – Блок 5). З цією метою у якості основного інструмента ми будемо використовувати терм-множину, наведену в табл. 2, з відповідними нечіткими числами в триангулярні форми та функціями належності (рис. 3).

Аналітичне представлення функції належності, наприклад, для нечіткого числа з триангулярним представленням $\tilde{u} = (a; b; c)$ матиме наступний вигляд:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a; \\ (x-a)/(b-a), & x \in [a; b]; \\ (c-x)/(c-b), & x \in [b; c]; \\ 0, & x > c. \end{cases} \quad (1)$$

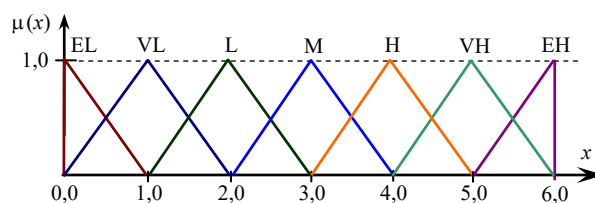


Рис. 3. Трикутні функції належності термів

Зазначимо, що для дефазифікації нечіткого числа в триангулярному вигляді $\tilde{u} = (a; b; c)$, використовується метод CoA (Center of Area) [24] (2):

$$def(\tilde{u}) = ((c-a) + (b-a)) / 3 + a. \quad (2)$$

Розглянемо детальніше зміст кожного з наведених на рис. 1 блоків.

Системи критеріїв оцінювання стратегічних альтернатив

Автори	Перелік критеріїв (тестів) для оцінювання стратегічних альтернатив
Хассі Д. [7]	<ul style="list-style-type: none"> – визначеність та чітке формулювання стратегії; – врахування конкурентів і структури галузі; – відповідність стратегії реальному положенню на ринку; – відповідність географічним межам; – узгодження стратегії із силами зовнішнього середовища; – прийнятність рівня ризику; – збільшення вартості для акціонерів; – відповідність стратегії корпоративним компетенціям і ресурсам; – відповідність стратегії організаційній структурі компанії; – відповідність стратегії часовим аспектам; – внутрішня узгодженість стратегії.
Томпсон А.А., Стрікланд А.Дж. [6]	<ul style="list-style-type: none"> – відповідність середовищу (умовам конкуренції, ринковим можливостям і загрозам, іншим аспектам зовнішнього середовища); – врахування сильних й слабких сторін підприємства, його компетентності, конкурентних можливостей; – забезпечення конкурентної переваги; – ефективність, яка виражається через вдосконалення двох параметрів – прибутковості й зміцнення конкурентної та ринкової позицій.
Румельт Р. [21]	<ul style="list-style-type: none"> – послідовність; – узгодженість; – здійснюваність; – перевага.
Котлер Ф., Бергер Р., Бікхофф Н. [22]	<ul style="list-style-type: none"> – інтегрованість (стратегія має охоплювати всі сфери й напрямки діяльності компанії); – усвідомленість (особа, що ухвалює стратегічне рішення, має діяти свідомо й навмисно); – орієнтованість на дію; – методичність (стратегія має бути зрозуміла третім сторонам); – її ціль – не тільки вирішити поставлені завдання, але й добитися довгострокового успіху.
Ніколс Дж. [23]	<ul style="list-style-type: none"> – відповідність місії; – відповідність ключовим компетенціям.
Балан В.Г. [2]	<ul style="list-style-type: none"> – спроможність реалізовувати визначені стратегічні цілі підприємства; – використання наявних можливостей; – реагування на існуючі загрози зовнішнього середовища; – вдосконалення сильних сторін; – перетворення слабких сторін у нейтральні або у сильні.
Дей Дж. [20]	<ul style="list-style-type: none"> – тест 1: наскільки привабливою є ринкова можливість? – тест 2: наскільки стійкою є конкурентна перевага? – тест 3: які перспективи для успішного впровадження? – тест 4: чи допустимі ризики? – тест 5: чи будуть досягнуті прогнозовані фінансові результати та збільшиться вартість акціонерів?

Таблиця 2

Лінгвістичні терми та їх представлення у триангулярній формі

Лінгвістичні терми	Позначення	Нечітке «трикутне» число
Надзвичайно низький рівень	EL (Extremely Low)	(0; 0; 1)
Дуже низький рівень	VL (Very Low)	(0; 1; 2)
Низький рівень	L (Low)	(1; 2; 3)
Середній рівень	M (Medium)	(2; 3; 4)
Високий рівень	H (High)	(3; 4; 5)
Дуже високий рівень	VH (Very High)	(4; 5; 6)
Надзвичайно високий рівень	EH (Extremely High)	(5; 6; 6)

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

1.1. Ідентифікація стратегічних цілей: G_1, G_2, \dots, G_{M_G} . Відповідність стратегічної альтернативи j -ї стратегічній цілі (рівень «внеску») у досягнення j -ї стратегічної цілі розглядається як j -й підкритерій оцінювання.

1.2. Нечітке оцінювання пріоритетності стратегічних цілей: лінгвістичне оцінювання важливості кожної зі стратегічних цілей за допомогою визначеної термножини (табл. 2) \rightarrow переведення одержаних значень у нечіткі числа в триангулярному вигляді (табл. 2) з відповідними функціями належності (рис. 3) \rightarrow нормалізація

одержаних вагових коефіцієнтів $\rightarrow \tilde{u}_1^G, \tilde{u}_2^G, \dots, \tilde{u}_{M_G}^G$. Зазначимо, що ці вагові коефіцієнти мають враховуватися при побудові нечітких баз знань.

1.3. Лінгвістичне оцінювання за шкалою табл. 2 «внеску» кожної i -ї стратегічної альтернативи у досягнення j -ї стратегічної цілі (I_{ij}^G) та визначення відповідних нечітких чисел (\tilde{g}_{ij}) і функцій належності для отриманих оцінок μ_{ij}^G (рис. 3).

1.4. Визначення інтегрального «внеску» кожної стратегічної альтернативи у досягнення стратегічних цілей підприємства (рис. 4) на основі нечіткого виведення за Мамдані [19]: розробка нечіткої бази знань $FKB(G)$ з вико-

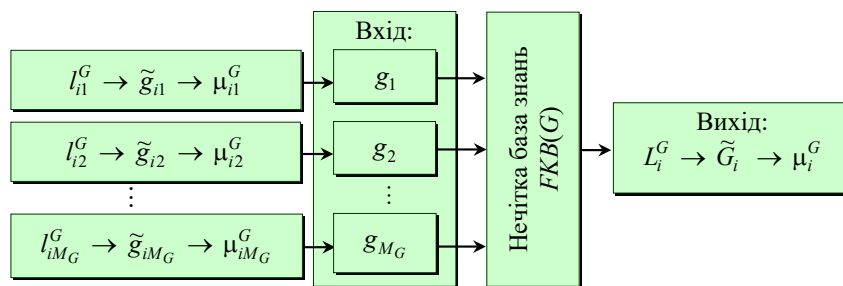


Рис. 4. Агрегування «внесків» стратегічних альтернатив у досягнення стратегічних цілей на основі нечіткого виведення за Мамдані

Джерело: розроблено автором

ристанням експертних міркувань та урахуванням пріоритетності визначених стратегічних цілей, оскільки це впливає на комбінації термів вхідних змінних при кон'юнкції. Фрагмент такої нечіткої бази наведено в табл. 3. Таким чином одержимо $L_i^G \rightarrow \tilde{G}_i \rightarrow \mu_i^G$ ($i = 1, n$).

Нечіткі правила можуть бути записані за допомогою логічних операцій. Наприклад, для $r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1N_1}$ маємо:

if $g_1 = EL$ and $g_2 = EL$ and ... and $g_{M_G} = EL$ with v_{11}^G or
if $g_1 = VL$ and $g_2 = EL$ and ... and $g_{M_G} = EL$ with v_{12}^G or
...

if $g_1 = EL$ and $g_2 = EL$ and ... and $g_{M_G} = VL$ with $v_{1N_1}^G$
then $d_i^G = EL$.

У загальному випадку

$$\bigvee_{k=1}^{N_j} (\bigwedge_{r=1}^{M_G} g_i = d_{jk}^G \text{ with } v_{jk}^G) \rightarrow L^G = d_j^G. \quad (3)$$

Відповідно вирішальне правило запишеться таким чином:

$$\mu^{d_j^G}(g_1, g_2, \dots, g_{M_G}) = (v_{j1}^G \wedge_{r=1}^{M_G} \mu_r^{j1}(g_r)) \vee (v_{j2}^G \wedge_{r=1}^{M_G} \mu_r^{j2}(g_r)) \vee \dots \vee (v_{jN_j}^G \wedge_{r=1}^{M_G} \mu_r^{jN_j}(g_r)) = \bigvee_{k=1}^{N_j} (v_{jk}^G \wedge_{r=1}^{M_G} \mu_r^{jk}(g_r)), \quad (4)$$

де \wedge – знак нечіткої кон'юнкції, \vee – знак нечіткої диз'юнкції, $\mu^{d_j^G}(g_1, \dots, g_{M_G})$ – функція належності вектору вхідних змінних значенню вихідної змінної d_j^G ; N_j – кількість комбінацій значень змінних g_1, \dots, g_{M_G} , для яких

вихідна змінна L^G набуває значення d_j^G ; v_{jk}^G – ваговий коефіцієнт k -ї комбінації ($k = 1, N_j$) для вихідної змінної d_j^G ; $\mu_r^{jk}(g_r)$ – функція належності вхідної змінної g_r для нечіткого терму d_r^{jk} ($r = 1, M_G$).

Оцінювання в Блоках 2 – 5 здійснюється за аналогічною (як у Блоці 1) процедурою, тому наводимо коротку інформацію та результати для кожного блоку.

Блок 2. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм вдосконалення та посилення сильних сторін підприємства.

2.1. Ідентифікація сильних сторін підприємства (SNW, SWOT-аналіз): S_1, S_2, \dots, S_{M_S} .

2.2. Нечітке оцінювання важливості (пріоритетності) сильних сторін підприємства: $\tilde{u}_1^S, \tilde{u}_2^S, \dots, \tilde{u}_{M_S}^S$.

2.3. Лінгвістичне оцінювання забезпечення стратегічними альтернативами спроможності посилення та вдосконалення сильних сторін підприємства: $l_{ij}^S \rightarrow \tilde{s}_{ij} \rightarrow \mu_{ij}^S, i = 1, n, j = 1, M_S$.

2.4. Визначення на основі нечіткого виведення за Мамдані для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення рівня спроможності посилення й вдосконалення сильних сторін підприємства та відповідних функцій належності: $L_i^S \rightarrow \tilde{S}_i \rightarrow \mu_i^S, i = 1, n$.

Блок 3. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм вдосконалення слабких сторін підприємства.

Таблиця 3

Фрагмент бази нечітких знань $FKB(G)$ для визначення рівня «внеску» стратегічної альтернативи в досягнення стратегічних цілей підприємства

Правила	Лінгвістичні значення вхідних змінних				Вагові коефіцієнти	Значення вихідної змінної	
	g_1	g_2	...	g_{M_G}			
r_{11}	EL		...	EL	v_{11}^G	d_1^G	EL
r_{12}	VL		...	EL	v_{12}^G		
...		
r_{1N_1}	EL		...	VL	$v_{1N_1}^G$	d_2^G	VL
r_{21}	VL		...	VL	v_{21}^G		
r_{22}	EL		...	VL	v_{22}^G		
...		
r_{2N_2}	VL		...	L	$v_{2N_2}^G$
...	d_7^G	EH
r_{71}	EH		...	EH	v_{71}^G		
r_{72}	H		...	EH	v_{72}^G		
...		
r_{7N_7}	EH		...	H	$v_{7N_7}^G$		

Джерело: розроблено автором

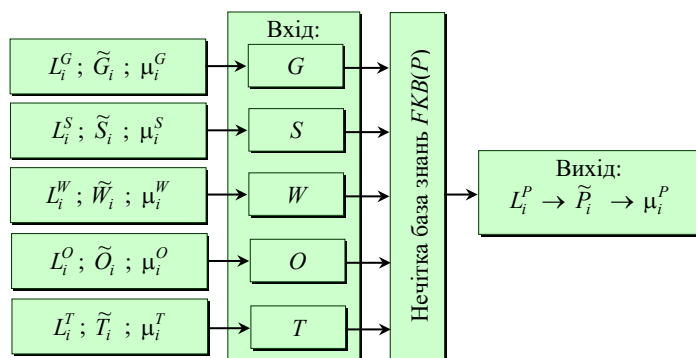


Рис. 5. Агрегування оцінок стратегічних альтернатив за всіма критеріями на основі нечіткого виведення за Мамдані

Джерело: розроблено автором

3.1. Ідентифікація слабких сторін підприємства (SNW-аналіз, SWOT-аналіз): W_1, W_2, \dots, W_{M_w} .

3.2. Нечітке оцінювання важливості (пріоритетності) слабких сторін підприємства: $\tilde{u}_1^w, \tilde{u}_2^w, \dots, \tilde{u}_{M_w}^w$.

3.3. Лінгвістичне оцінювання спроможності стратегічних альтернатив до вдосконалення слабких сторін підприємства: $l_{ij}^w \rightarrow \tilde{w}_{ij}^w \rightarrow \mu_{ij}^w, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, M_w}$.

3.4. Визначення на основі нечіткого виведення за Мамдані для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення рівня спроможності вдосконалення слабких сторін підприємства та відповідних функцій належності: $L_i^w \rightarrow \tilde{W}_i \rightarrow \mu_i^w, i = \overline{1, n}$.

Блок 4. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм використання можливостей підприємства.

4.1. Ідентифікація наявних та прогнозованих можливостей (ETOM-аналіз, SWOT-аналіз, матриці Дж. Вільсона): O_1, O_2, \dots, O_{M_o} .

4.2. Нечітке оцінювання важливості визначених можливостей: $\tilde{u}_1^o, \tilde{u}_2^o, \dots, \tilde{u}_{M_o}^o$.

4.3. Лінгвістичне оцінювання спроможності використання стратегічними альтернативами визначених можливостей: $l_{ij}^o \rightarrow \tilde{o}_{ij}^o \rightarrow \mu_{ij}^o, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, M_o}$.

4.4. Визначення на основі нечіткого виведення за Мамдані для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення рівня спроможності використання можливостей підприємства та відповідних функцій належності: $L_i^o \rightarrow \tilde{O}_i \rightarrow \mu_i^o, i = \overline{1, n}$.

Блок 5. Оцінювання стратегічних альтернатив за критерієм реагування на загрози для підприємства.

5.1. Ідентифікація наявних та прогнозованих загроз для підприємства (ETOM-аналіз, SWOT-аналіз, матриці Дж. Вільсона): T_1, T_2, \dots, T_{M_T} .

5.2. Нечітке оцінювання важливості визначених загроз: $\tilde{u}_1^t, \tilde{u}_2^t, \dots, \tilde{u}_{M_T}^t$.

5.3. Лінгвістичне оцінювання спроможності стратегічних альтернатив реагувати на визначені загрози: $l_{ij}^t \rightarrow \tilde{t}_{ij}^t \rightarrow \mu_{ij}^t, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, M_T}$.

5.4. Визначення на основі нечіткого виведення за Мамдані для кожної стратегічної альтернативи інтегрального значення рівня спроможності реагування на визначені загрози: $L_i^t \rightarrow \tilde{T}_i \rightarrow \mu_i^t, i = \overline{1, n}$.

Етап V. Інтеграція одержаних на першому рівні даних здійснюється за допомогою нечіткого виведення за Мамдані (рис. 5), причому нечітка база знань $FKB(P)$ має аналогічну структуру як у табл. 3 і розробляється на основі експертних міркувань.

Етап VI передбачає дефазифікацію одержаних результатів та ранжування стратегічних альтернатив на основі оцінок кожного експерта. Для посилення узгодженості експертних міркувань у даній моделі пропонується використовувати метод Fuzzy Delphi [25], який за рахунок особливостей проведення процедури експертизи дає змогу зменшити розбіжності у міркуваннях експертів. Виділення групи найбільш пріоритетних стратегічних альтернатив із подальшим стратегічним вибором здійснюється після узгодження експертних оцінок.

Для практичної реалізації моделі в пакеті Fuzzy Logic Toolbox (обчислювальна система Matlab) побудовано фреймворк, який містить блок уведення експертної лінгвістичної інформації, бази нечітких правил за кожним із визначених критеріїв та агрегації оцінок за всіма критеріями, блок результатів. Даний фреймворк дає змогу повною мірою реалізувати процедурні моменти запропонованого підходу й здійснювати імітаційне моделювання залежно від вхідних експертних даних.

Висновки. Процес оцінювання та вибору стратегічних альтернатив є надзвичайно досить складним і відповідальним етапом у стратегічному плануванні підприємства та базується більшою мірою на нечітких експертних даних. Проблема ускладнюється необхідністю узгодження міркувань та оцінок експертів, які мають різний рівень компетенцій, знань та досвіду. Це призводить до необхідності пошуку інструментарію, спроможного врахувати зазначені аспекти та проблемні моменти й забезпечити об'єктивізацію даного процесу. Запропонована модель розширює можливості традиційних методів стратегічного планування, має переваги порівняно з класичною матрицею QSPM за рахунок включення до розгляду оцінювання внеску кожної альтернативної стратегії в досягнення стратегічних цілей, а також урахування нечіткого характеру експертних оцінок. Порівняно з методичними підходами, в яких використовується інструментарій теорії нечітких множин, даний фреймворк характеризується високою гнучкістю, адаптивністю та можливістю налаштування відповідно до специфіки діяльності підприємства та галузі. Розроблена модель може бути використана як окремо, та і в якості комплементарної до існуючих традиційних методик або до запропонованих автором [2; 17]. Подальші дослідження за темою статті можуть бути спрямовані на апробацію даного методичного підходу для підприємств різних галузей шляхом адаптації системи критеріїв оцінювання альтернативних стратегій до особливостей досліджуваних галузей і самого підприємства.

Список використаних джерел:

1. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія. Київ : КНЕУ, 2011. 439 с.
2. Балан В.Г. Нечітка модель оцінювання та вибору стратегій на основі модифікації квантитативної матриці стратегічного планування. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2020. Випуск 3(77). С. 85–93. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2020-3-12>
3. Ansoff I. Strategic management. Palgrave Macmillan, 1979. 236 p.
4. Грант Р.М. Современный стратегический анализ : 5-е изд. СПб. : Питер, 2008. 560 с.
5. Leleur S. Complex Strategic Choices. Applying Systemic Planning for Strategic Decision Making. Springer-Verlag London, 2012. 168 p.

6. Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2006. 928 с.
7. Хасси Д. Стратегия и планирование. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 560 с.
8. Фляйшпер К., Бенсуссан Б. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 541 с.
9. Zadeh L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 1. № 1. P. 89–100.
10. Rawabdeh I., Al-Refaie A., Arabiyat H. Developing a fuzzy logic decision support system for strategic planning in industrial organizations. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 2013. Vol. 1(2). P. 14–23.
11. 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.
12. 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. DOI: <https://doi.org/10.1080/0965254X.2016.1148763>
13. 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.
14. 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. DOI: <https://doi.org/10.7763/IJIMT.2011.V2.156>
15. 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.
16. Jafari A., Jafarian M., Zareei A., Zaerpour F. Using Fuzzy Delphi Method in Maintenance Strategy Selection Problem. *Journal of Uncertain Systems*. 2008. Vol. 2(4). P. 289–298.
17. Балан В.Г. Оцінювання та вибір стратегії підприємства засобами нечіткої логіки. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : «Економіка і менеджмент»*. 2021. Випуск 49. С. 50–60. DOI: <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2021-49-10>
18. Балан В.Г. Оцінювання стратегічних наборів підприємства з використанням Fuzzy CODAS-методу. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 2021. Випуск 2(215). С. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2021/215-2/>
19. Mamdani E.H. Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning Using Linguistic Synthesis. *IEEE Trans. Computers*. 1977. Vol. 26(12). P. 1182–1191.
20. Day G.S. Evaluating Strategic Alternatives. In Fahey L., Randall M.R. *The Portable MBA in Strategy*. John Wiley & Sons, Inc. (US), 1994. 483 p.
21. Rumelt R.P. *Strategy, Structure, and Economic Performance*. Boston : Harvard Business School Press, 1974. 235 p.
22. Котлер Ф., Бергер Р., Бихкофф Н. Стратегический менеджмент по Котлеру: Лучшие приемы и методы. Москва : Альпина Паблишер, 2012. 144 с.
23. Nicholls J. The MCC decision matrix: a tool for applying strategic logic to everyday activity. *Management decision*. 1995. Vol. 33. № 6. P. 4–10.
24. Van Leekwijck W., Kerre E.E. Defuzzification: criteria and classification. *Fuzzy Sets and Systems*. 1999. Vol. 108(2). P. 159–178. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00337-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00337-0)
25. Chang P.T., Huang L.C., Lin H.J. The fuzzy Delphi via fuzzy statistics and membership function fitting and an application to human resources. *Fuzzy Sets and Systems*. 2000. Vol. 112. P. 511–520. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00067-0)

References:

1. Matvijchuk A.V. (2011) *Shtuchnyj intelekt v ekonomitsi: nejronni merezhi, nechitka lohika: monohrafiia* [Artificial intelligence in economics: neural networks, fuzzy logic: a monograph]. Kyiv: KNEU, 439 p. (in Ukrainian)
2. Balan V. (2020) Fuzzy model of evaluation and selection of strategies based on modification of the quantitative strategic planning matrix. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi*, vol. 3(77), pp. 85–93.
3. Ansoff I. (1979) *Strategic management*. Palgrave Macmillan, 236 p.
4. Grant R.M. (2008) *Sovremennyj strategicheskij analiz: 5-e izd.* [Contemporary strategy analysis: fifth edition]. SPb.: Piter, 560 p. (in Russian)
5. Leleur S. (2012) *Complex Strategic Choices. Applying Systemic Planning for Strategic Decision Making*. Springer-Verlag London, 168 p.
6. Tompson A. A., Strickland 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)
7. Hassi D. (2008) *Strategija i planirovanie* [Strategy and planning]. SPb.: Piter, 560 p. (in Russian)
8. 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)
9. Zadeh L.A. (1978) Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 1(1), pp. 89–100.
10. Rawabdeh I., Al-Refaie A., Arabiyat H. (2013) Developing a fuzzy logic decision support system for strategic planning in industrial organizations. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, vol. 1(2), pp. 14–23.
11. 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.
12. 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. DOI: <https://doi.org/10.1080/0965254X.2016.1148763>
13. 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.
14. 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.

15. 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.
16. Jafari A., Jafarian M., Zareei A., Zaerpour F. (2008) Using Fuzzy Delphi Method in Maintenance Strategy Selection Problem. *Journal of Uncertain Systems*, vol. 2(4), pp. 289–298.
17. Balan V.H. (2021) Otsiniuvannia ta vybir stratehii pidpriemstva zasobamy nechitkoi lohiky [Assessment and selection of enterprise strategy by means of fuzzy logic]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: «Ekonomika i menedzhment»*, vol. 49, pp. 50–60. DOI: <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2021-49-10>
18. Balan V.H. (2021) Otsiniuvannia stratehichnykh naboriv pidpriemstva z vykorystanniam Fuzzy CODAS-metodu [Assessment of the enterprise strategic sets using Fuzzy CODAS Method]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Ekonomika*, vol. 2(215), pp. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2021/215-2/>
19. Mamdani E.H. (1977) Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning Using Linguistic Synthesis. *IEEE Trans. Computers*, 26(12), 1182–1191.
20. Day G.S. (1994) Evaluating Strategic Alternatives. In Fahey L., Randall M.R. *The Portable MBA in Strategy*. John Wiley & Sons, Inc. (US), 483 p.
21. Rumelt R.P. (1974) *Strategy, Structure, and Economic Performance*. Boston: Harvard Business School Press, 235 p.
22. Kotler F., Berger R., Bikkhoff N. (2012) *Strategicheskii menedzhment po Kotleru: Luchshie priemy i metody* [Strategic Management by Kotler: Best Practices and Techniques]. Moscow: Al'pina Publisher, 144 p. (in Russian)
23. 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.
24. Van Leekwijck W., Kerre E.E. (1999) Defuzzification: criteria and classification. *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 108(2), pp. 159–178.
25. Chang P.T., Huang L.C., Lin H.J. (2000) The fuzzy Delphi via fuzzy statistics and membership function fitting and an application to human resources. *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 112, pp. 511–520. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00067-0)

ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ И ВЫБОРА СТРАТЕГИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В статье предлагается модель оценки и выбора альтернативных стратегий предприятия с использованием логико-лингвистического инструментария и нечеткой логики на основе модификации классической количественной матрицы стратегического планирования (Quantitative Strategic Planning Matrix – QSPM). Автором построена иерархия проблемы, которая предусматривает идентификацию критериев оценки и их декомпозицию на подкритерии. Оценивание стратегических альтернатив осуществляется экспертным путем с использованием семиуровневого термножества с треугольными нечеткими числами и треугольными функциями принадлежности. Агрегация экспертных оценок осуществляется с помощью системы нечеткого вывода по Мамдани на основе разработанных логических правил и нечетких баз знаний. В случае существенного различия оценок экспертов, предусматривается применение процедуры их согласования с помощью Fuzzy Delphi метода. Разработанная модель может быть использована для фасилитации процесса определения перечня наиболее «привлекательных» (приоритетных) стратегий предприятия в качестве основной или комплементарной к существующим методикам и может служить основой для создания системы поддержки принятия стратегических решений.

Ключевые слова: стратегический выбор, нечеткая логика, лингвистические переменные, термножество, система нечеткого вывода по Мамдани.

LOGICAL-LINGUISTIC MODEL OF ASSESSMENT AND SELECTION OF ENTERPRISE STRATEGIES

Summary. The paper proposes a model for the assessment and selection of alternative business strategies using logic-linguistic tools and fuzzy logic based on the modification of a classical quantitative strategic planning matrix (QSPM). The author analyzes existing modern systems of criteria for assessing strategic alternatives. The hierarchy of a certain problem is constructed, which provides for the identification of assessment criteria and their decomposition on subcriteria. This study uses a system of QSPM assessment criteria, which is improved by taking into account the potential capacity of strategic alternatives to achieving defined strategic goals. Assessment of strategic alternatives at the first level (by defined subcriteria of each criterion) is carried out by expertly using a seven-level term multiplicity with triangular fuzzy numbers and triangular functions of affiliation. The aggregation of expert assessments is carried out using a Mamdani fuzzy inference system (MFIS) based on the developed logical rules and fuzzy knowledge bases. In the second level, integral assessments of strategic alternatives are also using MFIS with a corresponding logical rule system and knowledge bases. For defuzzification of the obtained fuzzy values, the CoA method (Center of Area) is used. In the case of a significant difference in expert estimates, it is envisaged to use the procedure for their agreement with the Fuzzy Delphi method. For the implementation of the model in the Matlab (Fuzzy Logic Toolbox Package), a framework was built, which contains a block of introducing expert linguistic information, a fuzzy rule base for each of the defined criteria and aggregation of estimates for all criteria, a block of results. This framework allows you to fully implement procedural moments of the proposed approach, providing an opportunity to implement simulation depending on the input expert data. The developed model can be used to facilitate the list of the most “attractive” (priority) enterprise strategies as a basic or complementary to existing techniques and may be the basis for creating a system for supporting strategic decisions.

Key words: strategic choice, fuzzy logic, linguistic variables, term-set, Mamdani fuzzy inference system.