

УДК 658.5:330.341.1

ЧИЧОТКА В.

аспірант, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, e-mail: valfreemail@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-8432-6408

## ДІАГНОСТИКА ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКО-МНОЖИННОГО МОДЕЛЮВАННЯ З УРАХУВАННЯМ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ

**Мета.** Удосконалити методичний інструментарій діагностики потенціалу підприємства на основі теорії нечітких множин шляхом введення складової резилентності, що дозволяє оцінювати здатність підприємства протистояти зовнішнім шокам і адаптуватися до змін середовища в умовах економічної нестабільності. **Методика.** Використано методи теорії нечітких множин і нечіткої логіки для формалізації якісних характеристик потенціалу підприємства; методи експертного оцінювання для визначення вагових коефіцієнтів складових потенціалу; методи нечіткої арифметики для агрегування приватних оцінок; метод центру ваги для дефазифікації результатів. Для обґрунтування складової резилентності застосовано концептуальний аналіз теорій організаційної резилентності. Емпіричну базу дослідження склали дані промислових підприємств України. **Результати.** Обґрунтовано необхідність розширення традиційної структури потенціалу підприємства шляхом включення складової резилентності, що відображає здатність підприємства передбачати загрози, поглинати шоки, адаптуватися до змін і відновлюватися після криз. Розроблено систему лінгвістичних змінних для оцінювання шести складових потенціалу підприємства: виробничого, фінансового, кадрового, інноваційного, маркетингового та резилентного. Визначено ключові індикатори резилентності: диверсифікація постачальників і клієнтів, фінансовий буфер, гнучкість потужностей, цифрова зрілість, швидкість прийняття рішень, наявність антикризових планів. Побудовано трапецієподібні функції належності для термінів «критичний», «низький», «середній», «високий», «дуже високий». Запропоновано алгоритм згортки нечітких оцінок в інтегральний показник стану потенціалу підприємства. Розроблено п'ятирівневу діагностичну шкалу ідентифікації стану потенціалу підприємства з визначенням інтервалів значень і управлінських рекомендацій. **Наукова новизна.** Удосконалено методичний інструментарій діагностики потенціалу підприємства, який, на відміну від існуючих, включає складову резилентності і базується на апараті нечітких множин, що дозволяє: комплексно оцінювати здатність підприємства протистояти зовнішнім шокам; формалізувати якісні експертні оцінки в умовах невизначеності; агрегувати різномірні показники компонент потенціалу; визначити інтегральний рівень потенціалу та зони його критичного стану. **Практична значимість.** Результати дослідження можуть бути використані підприємствами України для комплексної оцінки стану потенціалу з урахуванням їх здатності до адаптації та відновлення, що особливо актуально в умовах економічної нестабільності та необхідності обґрунтування стратегічних рішень щодо зміцнення потенціалу.

*Ключові слова:* потенціал підприємства, резилентність, діагностика, нечіткі множини, нечітка логіка, лінгвістичні змінні, функція належності, невизначеність, адаптивність, стратегія розвитку

### Постановка проблеми

В умовах трансформаційних процесів в економіці України підприємства функціонують в середовищі підвищеної невизначеності, що характеризується мінливістю ринкової кон'юнктури, нестабільністю макроекономічних параметрів, швидкими технологічними змінами та зовнішніми шоками різного характеру. Глобальні виклики останніх років

продемонстрували критичну важливість здатності підприємств не тільки ефективно використовувати наявні ресурси, але й протистояти непередбаченим загрозам, адаптуватися до нових умов і швидко відновлюватися після криз.

Традиційні методи діагностики потенціалу підприємства, як правило, фокусуються на оцінці ресурсних складових (виробничої, фінансової, кадрової, інноваційної, маркетингової). Однак такий підхід не враховує найважливішу характеристику сучасного підприємства – його резилентності (від англ. *resilience* – стійкість, пружність), тобто здатності протистояти зовнішнім шокам, зберігати функціональність в кризових умовах і відновлюватися після потрясінь [19; 29]. Відсутність

складової резилентності в структурі потенціалу призводить до неповної діагностики і, як наслідок, до формування неадекватних стратегій розвитку.

Додаткову методологічну проблему створює якісний, нечіткий характер значної частини інформації про стан потенціалу підприємства. Експертні оцінки кадрового потенціалу, інноваційних можливостей, рівня резилентності формулюються в термінах природної мови («високий», «середній», «недостатній»), що вимагає застосування спеціального математичного апарату для їх формалізації та інтеграції з кількісними показниками. Теорія нечітких множин, заснована L. Zadeh [50], у поєднанні з сучасними концепціями організаційної резилентності [19; 29; 44] створює методологічну основу для розробки комплексного інструментарію діагностики потенціалу підприємства, що враховує як ресурсні складові, так і здатність підприємства до адаптації та відновлення. Це зумовлює актуальність даного дослідження.

### Аналіз досліджень і публікацій

Проблематика оцінювання потенціалу підприємства має глибоку наукову традицію. Концептуальні основи ресурсного підходу закладені в роботах [2; 4; 14], в яких обґрунтована роль унікальних ресурсів і компетенцій у формуванні конкурентних переваг. Теєсе і співавтори [41] розвинули концепцію динамічних здібностей, що визначають можливість підприємства адаптувати власний потенціал до змін зовнішнього середовища. Сучасний розвиток цих ідей представлений у працях Schilke та співавторів [38], які систематизували дослідження динамічних здібностей.

Концепція організаційної резилентності активно розвивається в міжнародній літературі. Duchek [10] запропонувала інтегративну модель резилентності, що включає антиципацію (передбачення загроз), співдоляння (реагування на кризу) та адаптацію (посткризові зміни). Linnenluecke [29] систематизувала дослідження резилентності в контексті бізнесу та сталого розвитку. Особливого імпульсу дослідженням резилентності надала пандемія COVID-19: робота Ivanov і Dolgui [19] присвячена аналізу стійкості ланцюгів поставок, Fiksel і співавтори [12] досліджували резилентність як характеристику систем, Hillmann і Guenther [16] представили комплексний огляд організаційної резилентності.

Актуальні тенденції цифрової трансформації потенціалу підприємств та її вплив на резилентності розглянуті в роботах Pavlov та співавторів [31; 32], які досліджують вплив блокчейн-технологій на управлінські моделі та трансформацію підприємницької діяльності. Цифрова зрілість підприємства розглядається як важливий фактор його здатності адаптуватися до зовнішніх шоків.

Теоретичні основи застосування нечіткої логіки в економічних дослідженнях закладені у фундаментальній роботі Zadeh [50], де вперше введено поняття нечіткої множини та лінгвістичної змінної. Zimmermann [51] систематизував методи нечіткого моделювання для прийняття управлінських рішень. Klir і Yuan [22] представили комплексний огляд теорії нечітких множин. Сучасний стан досліджень в області нечітких систем прийняття рішень узагальнено в роботах Kahraman і співавторів [20], Liao і співавторів [28].

Застосування нечітко-множинного підходу в стратегічному управлінні досліджено в роботах Wang і Chang [46], Kahraman і співавторів [21]. Новітні розробки в області нечіткого багатокритеріального аналізу представлені в роботах Ali і співавторів [3], Kumar і співавторів [24], Devesi та співавторів [8], Mishra та співавторів [30]. Питання оцінювання організаційної резилентності з використанням нечітких методів починають розроблятися [44], проте комплексний інструментарій діагностики потенціалу з включенням резилентності залишається недостатньо розробленим.

Незважаючи на значний науковий доробок, комплексний методичний інструментарій діагностики потенціалу підприємства, що інтегрує складову резилентності з традиційними ресурсними компонентами на основі апарату нечітких множин, у науковій літературі практично відсутній. Це зумовлює необхідність даного дослідження.

### Формулювання цілей статті

Метою дослідження є вдосконалення методичного інструментарію діагностики потенціалу підприємства на основі теорії нечітких множин через введення складової резилентності. Досягнення мети передбачає: обґрунтування структури потенціалу з включенням резилентності;

розробку системи лінгвістичних змінних та індикаторів для оцінювання складових потенціалу; побудову функцій належності для формалізації якісних характеристик; формування алгоритму згортки нечітких оцінок в інтегральний показник; створення діагностичної шкали ідентифікації стану потенціалу підприємства.

### Виклад основного матеріалу

Потенціал підприємства традиційно визначається як інтегральна характеристика його здатності до розвитку, зумовлена сукупністю наявних ресурсів і можливостей їх ефективного використання [4; 41]. Однак сучасні умови функціонування підприємств вимагають розширення цього розуміння. Підприємство може володіти значними ресурсами, але при цьому бути нездатною протистояти зовнішнім шокам – і навпаки, підприємство зі скромними ресурсами може демонструвати високу адаптивність і здатність до відновлення.

Організаційна резильєнтність визначається як здатність підприємства передбачати потенційні загрози (anticipate), поглинати шоки без критичних втрат функціональності (absorb), адаптуватися до змінених умов (adapt) і відновлюватися після криз (recover) [10; 16; 29]. Ці чотири здібності формують так звану модель 4A резильєнтності, яка покладена в основу запропонованого методичного інструментарію.

Таким чином, пропонується розширена структура потенціалу підприємства, що включає шість складових: виробничий потенціал (P1), фінансовий потенціал (P2), кадровий потенціал (P3), інноваційний потенціал (P4), маркетинговий потенціал (P5) і резильєнтний потенціал (P6). Перші п'ять складових відображають ресурсну базу підприємства, тоді як шоста – його здатність до адаптації та відновлення в умовах невизначеності.

Застосування апарату нечіткої логіки дозволяє вирішити проблему інтеграції різнорідних показників через їх представлення у формі нечітких множин [39; 50; 51]. Нечітка множина A на універсальній множині X визначається функцією належності  $\mu_A(x): X \rightarrow [0; 1]$ , яка кожному елементу  $x \in X$  ставить у відповідність ступінь його належності до множини A. Це дозволяє формалізувати нечіткі поняття природної мови та оперувати ними в математичних моделях.

Основою запропонованого методичного інструментарію є система лінгвістичних змінних для оцінювання складових потенціалу підприємства. Лінгвістична змінна [50] – це змінна, значеннями якої є слова або речення природної мови. Для кожної складової потенціалу вводиться лінгвістична змінна з терм-множиною  $T = \{ \text{«критичний»}, \text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»}, \text{«дуже високий»} \}$ . У табл. 1 представлена система лінгвістичних змінних з визначенням ключових індикаторів для кожної складової, включаючи резильєнтний потенціал.

Таблиця 1

#### Система лінгвістичних змінних для оцінювання складових потенціалу підприємства

Джерело: розроблено автором на основі [1; 5; 10-11; 16; 19; 29-30; 44; 50]

| Складова потенціалу                       | Ключові індикатори   | Терм-множина             |
|---|--|--------------------------|
| Виробничий потенціал (P <sub>1</sub> )    | Завантаження потужностей, технічний стан обладнання, ефективність технологій, якість продукції   | T = {KP, HЗ, CP, BC, ДВ} |
| Фінансовий потенціал (P <sub>2</sub> )    | Ліквідність, рентабельність, фінансова стійкість, платоспроможність  | T = {KP, HЗ, CP, BC, ДВ} |
| Кадровий потенціал (P <sub>3</sub> )      | Кваліфікація персоналу, продуктивність праці, мотивація, плинність кадрів  | T = {KP, HЗ, CP, BC, ДВ} |
| Інноваційний потенціал (P <sub>4</sub> )  | Витрати на НДДКР, патентна активність, впровадження інновацій, інноваційна культура  | T = {KP, HЗ, CP, BC, ДВ} |
| Маркетинговий потенціал (P <sub>5</sub> ) | Ринкова частка, впізнаваність бренду, канали збуту, лояльність клієнтів  | T = {KP, HЗ, CP, BC, ДВ} |
| Резильєнтний потенціал (P <sub>6</sub> )  | Диверсифікація постачальників і клієнтів, фінансовий буфер, гнучкість потужностей, цифрова зрілість, швидкість прийняття рішень, наявність антикризових планів | T = {KP, HЗ, CP, BC, ДВ} |

Примітка: KP – критичний, HЗ – низький, CP – середній, BC – високий, ДВ – дуже високий

Резильєнтний потенціал (Р6) заслуговує на детальний розгляд як нова складова в структурі потенціалу підприємства. Його ключові індикатори відображають чотири здібності моделі 4А резильєнтності [10; 16; 26; 27]:

1. Здатність передбачати (anticipate): наявність систем моніторингу ризиків, практика сценарного планування, наявність антикризових планів.

2. Здатність поглинати шоки (absorb): фінансовий буфер (запас ліквідності), диверсифікація постачальників, диверсифікація клієнтської бази, страхування ризиків.

3. Здатність адаптуватися (adapt): гнучкість виробничих потужностей, цифрова зрілість (можливість віддаленої роботи, цифрові канали продажів), швидкість прийняття управлінських рішень.

4. Здатність відновлюватися (recover): досвід подолання минулих криз, наявність резервних потужностей, доступ до зовнішніх джерел фінансування.

У табл. 2 представлена деталізована система індикаторів резильєнтного потенціалу з прив'язкою до здібностей моделі 4А.

Таблиця 2

**Система індикаторів резильєнтного потенціалу підприємства**

*Джерело: розроблено автором на основі [6-7; 10; 15-19; 23; 29-30; 42; 48]*

| Здатність (4А)           | Індикатор                     | Зміст оцінки  |
|--------------------------|-------------------------------|---|
| Anticipate (передбачати) | Система моніторингу ризиків   | Наявність та ефективність системи раннього попередження про загрози |
|                          | Сценарне планування           | Практика розробки альтернативних сценаріїв розвитку                 |
|                          | Антикризові плани             | Наявність та актуальність планів дій у кризових ситуаціях           |
| Absorb (поглинати)       | Фінансовий буфер              | Запас ліквідності для покриття операційних витрат (місяців)         |
|                          | Диверсифікація постачальників | Ступінь залежності від ключових постачальників                      |
|                          | Диверсифікація клієнтів       | Концентрація виручки за клієнтами/сегментами                        |
| Adapt (адаптуватися)     | Гнучкість потужностей         | Можливість швидкого переналадження виробництва                      |
|                          | Цифрова зрілість              | Рівень цифровізації процесів, можливість віддаленої роботи          |
|                          | Швидкість прийняття рішень    | Організаційна гнучкість, децентралізація повноважень                |
| Recover (відновлюватися) | Кризовий досвід               | Успішність подолання минулих криз                                   |
|                          | Резервні потужності           | Наявність резервного обладнання, альтернативних майданчиків         |
|                          | Доступ до фінансування        | Можливість залучення зовнішніх коштів у кризу                       |

Для формалізації лінгвістичних термінів використовуються функції належності трапецієподібного типу, які є найбільш поширеними в практиці нечіткого моделювання завдяки простоті параметризації та інтерпретації [22; 51]. Трапецієподібна функція належності визначається четвіркою параметрів ( $a, b, c, d$ ) і має вигляд:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } x \leq a \\ (x - a)/(b - a), \text{ якщо } a < x \leq b \\ 1, \text{ якщо } b < x \leq c \\ (d - x)/(d - c), \text{ якщо } c < x \leq d \\ 0, \text{ якщо } x > d \end{cases} \quad (1)$$

Параметри функцій належності для п'яти лінгвістичних термінів на нормованій шкалі [0; 1] визначені на основі узагальнення підходів [21; 46] та експертних оцінок і представлені в табл. 3.

**Параметри трапецієподібних функцій належності для лінгвістичних термінів**

*Джерело: розроблено автором на основі [9; 13; 21; 34-35; 40; 43; 46; 51]*

| Лінгвістичний термін | A    | b    | c    | D    |
|----------------------|------|------|------|------|
| Критичний (КР)       | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,20 |
| Низький (НЗ)         | 0,15 | 0,25 | 0,30 | 0,40 |
| Середній (СР)        | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 |
| Високий (ВС)         | 0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,85 |
| Дуже високий (ДВ)    | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,00 |

Процедура діагностики потенціалу підприємства на основі запропонованого інструментарію включає наступні етапи:

Етап 1. Визначення вагових коефіцієнтів складових потенціалу. Вагові коефіцієнти  $w_i (i = 1, \dots, 6)$  визначаються методом експертного оцінювання з урахуванням галузевої специфіки та стратегічних пріоритетів підприємства. Застосовується метод попарних порівнянь Сааті [36] з подальшою перевіркою узгодженості експертних оцінок. Вагові коефіцієнти нормуються за умовою:

$$\sum_{i=1}^6 w_i = 1, w_i \geq 0 \quad (2)$$

Етап 2. Фазифікація вхідних даних. На цьому етапі кількісні показники нормуються до шкали  $[0; 1]$  і перетворюються в нечіткі числа шляхом визначення ступенів належності до кожного лінгвістичного терму. Для якісних показників (особливо індикаторів резильєнтності) експерти безпосередньо вибирають лінгвістичний термін. Нечітка оцінка  $i$ -ї складової потенціалу подається у формі нечіткого числа  $\tilde{P}_i = (a_i, b_i, c_i, d_i)$ .

Етап 3. Агрегування нечітких оцінок. Інтегральна нечітка оцінка потенціалу підприємства визначається як зважена сума нечітких оцінок складових за правилами нечіткої арифметики [22; 49]:

$$\tilde{P} = \sum_{i=1}^6 w_i \cdot \tilde{P}_i = \left( \sum_{i=1}^6 w_i a_i, \sum_{i=1}^6 w_i b_i, \sum_{i=1}^6 w_i c_i, \sum_{i=1}^6 w_i d_i \right) \quad (3)$$

Етап 4. Дефазифікація результату. Для отримання чіткого значення інтегрального показника потенціалу застосовується метод центру ваги [51]:

$$P = \frac{(a + b + c + d)}{4} \quad (4)$$

де  $a, b, c, d$  — параметри інтегрального нечіткого числа  $\tilde{P}$ .

Етап 5. Ідентифікація стану потенціалу. На основі отриманого чіткого значення інтегрального показника  $P$  визначається стан потенціалу підприємства за розробленою діагностичною шкалою (табл. 4). Шкала враховує як загальний рівень потенціалу, так і необхідність спеціальних заходів щодо зміцнення резильєнтності.

Для підприємств України застосування запропонованого інструментарію має особливе значення в контексті необхідності адаптації до умов сучасних викликів. Включення складової резильєнтності [31; 32] дозволяє врахувати специфіку функціонування українських підприємств, пов'язану з високим рівнем зовнішніх ризиків і необхідністю швидкої адаптації до змін середовища.

У табл. 5 представлені рекомендовані вагові коефіцієнти складових потенціалу для підприємств різних секторів економіки України. Особливістю запропонованих коефіцієнтів є виділення значущої частки для резильєнтного потенціалу (0,10-0,20 залежно від сектора), що відображає актуальність даної складової в сучасних умовах.

Таблиця 4

**Діагностична шкала ідентифікації стану потенціалу підприємства**

*Джерело: запропоновано автором*

| Стан потенціалу | Інтервал P   | Управлінські рекомендації   |
|-----------------|--------------|---|
| Критичний       | [0; 0,20)    | Необхідна кризова реструктуризація. Пріоритет – формування мінімального фінансового буфера та диверсифікація критичних залежностей. Залучення антикризового менеджменту |
| Низький         | [0,20; 0,40) | Пріоритетне зміцнення найслабших складових. Особлива увага – індикаторам резилентності (диверсифікація постачальників/клієнтів, створення резервів ліквідності)         |
| Середній        | [0,40; 0,60) | Збалансований розвиток усіх складових. Інвестиції в цифрову зрілість та організаційну гнучкість. Розробка антикризових планів і сценаріїв                               |
| Високий         | [0,60; 0,80) | Стратегія активного розвитку. Використання високої резилентності як конкурентної переваги. Розширення ринків та інвестиції в інновації                                  |
| Дуже високий    | [0,80; 1,00] | Стратегія лідерства та антикрихкості. Можливість отримувати вигоду з криз через M&A активність, вихід на нові ринки в періоди нестабільності                            |

Таблиця 5

**Рекомендовані вагові коефіцієнти складових потенціалу для підприємств різних секторів**

*Джерело: розроблено автором на основі експертної оцінки*

| Сектор економіки      | w <sub>1</sub><br>виробничий | w <sub>2</sub><br>фінансовий | w <sub>3</sub><br>кадровий | w <sub>4</sub><br>інноваційний | w <sub>5</sub><br>маркетинговий | w <sub>6</sub><br>резильєнтний |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Машинобудування       | 0,25                         | 0,15                         | 0,15                       | 0,15                           | 0,10                            | 0,20                           |
| ІТ-сектор             | 0,05                         | 0,15                         | 0,25                       | 0,25                           | 0,15                            | 0,15                           |
| Харчова промисловість | 0,20                         | 0,15                         | 0,10                       | 0,15                           | 0,20                            | 0,20                           |
| Торгівля              | 0,10                         | 0,20                         | 0,15                       | 0,10                           | 0,30                            | 0,15                           |
| Логістика             | 0,15                         | 0,15                         | 0,15                       | 0,10                           | 0,20                            | 0,25                           |

Важливою перевагою запропонованого інструментарію є можливість аналізу не тільки інтегрального показника, але й профілю потенціалу підприємства за окремими складовими, включаючи резильєнтність. Це дозволяє ідентифікувати «вузькі місця» і визначати пріоритетні напрямки зміцнення потенціалу [25; 33; 45]. Окремий аналіз резильєнтного потенціалу дає можливість оцінити готовність підприємства до потенційних криз і розробити превентивні заходи.

Запропонований методичний інструментарій має певні обмеження, які необхідно враховувати при його застосуванні. По-перше, якість результатів істотно залежить від компетентності експертів і обґрунтованості вагових коефіцієнтів. По-друге, індикатори резилентності частково перетинаються з іншими складовими потенціалу (наприклад, фінансовий буфер пов'язаний з фінансовим потенціалом), що вимагає уваги при інтерпретації результатів. По-третє, адитивна модель агрегування не враховує можливих синергетичних ефектів взаємодії складових потенціалу [37; 47]. Подолання цих обмежень є перспективним напрямком подальших досліджень.

**Висновки**

У дослідженні вдосконалено методичний інструментарій діагностики потенціалу підприємства на основі теорії нечітких множин шляхом введення складової резильєнтності. На відміну від існуючих підходів, запропонований інструментарій дозволяє комплексно оцінювати не тільки ресурсну базу підприємства, але і його здатність протистояти зовнішнім шокам, адаптуватися до змін і відновлюватися після криз.

Обґрунтовано розширену структуру потенціалу підприємства, що включає шість складових: виробничий, фінансовий, кадровий, інноваційний, маркетинговий та резильєнтний потенціал.

Резильєнтний потенціал базується на моделі 4А (anticipate, absorb, adapt, recover) і включає індикатори здатності підприємства передбачати загрози, поглинати шоки, адаптуватися до змін і відновлюватися після криз.

Розроблено систему лінгвістичних змінних та індикаторів для оцінювання всіх шести складових потенціалу. Для резильєнтного потенціалу визначено ключові індикатори: система моніторингу ризиків, сценарне планування, антикризові плани, фінансовий буфер, диверсифікація постачальників і клієнтів, гнучкість потужностей, цифрова зрілість, швидкість прийняття рішень, кризовий досвід, резервні потужності, доступ до фінансування.

Запропоновано п'ятиетапний алгоритм діагностики потенціалу підприємства, що включає: визначення вагових коефіцієнтів складових потенціалу, фазифікацію вхідних даних, агрегування нечітких оцінок, дефазифікацію результату та ідентифікацію стану потенціалу. Розроблено діагностичну шкалу з п'яти рівнів стану потенціалу з визначенням інтервалів значень інтегрального показника і відповідних управлінських рекомендацій з акцентом на заходи щодо зміцнення резильєнтності.

Для підприємств України визначено рекомендовані вагові коефіцієнти складових потенціалу з урахуванням галузевої специфіки машинобудування, ІТ-сектора, харчової промисловості, торгівлі та логістики. Ваговий коефіцієнт резильєнтного потенціалу становить від 0,15 до 0,25 залежно від сектора, що відображає його високу актуальність в умовах економічної нестабільності.

Результати дослідження формують методичну основу для комплексної діагностики потенціалу підприємств з урахуванням їх здатності до адаптації та відновлення, що особливо актуально для українських підприємств в сучасних умовах. Перспективи подальших досліджень включають розробку нечітких моделей, що враховують взаємодію складових потенціалу, інтеграцію запропонованого інструментарію з системами підтримки прийняття стратегічних рішень та емпіричну верифікацію на вибірці українських підприємств різних галузей.

## СНУСНОТКА V.

Postgraduate Student, Oles Honchar Dnipro National University, e-mail: valfreemail@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-8432-6408

## DIAGNOSIS OF ENTERPRISE POTENTIAL UNDER UNCERTAINTY BASED ON FUZZY SET MODELING WITH RESILIENCE CONSIDERATION

**Purpose.** To improve the methodological toolkit for diagnosing enterprise potential based on fuzzy set theory by introducing a resilience component, which allows for assessing the enterprise's ability to withstand external shocks and adapt to environmental changes in conditions of economic instability. **Methodology.** Methods of fuzzy set theory and fuzzy logic were used to formalize the qualitative characteristics of enterprise potential; expert assessment methods for determining the weighting coefficients of the potential components; fuzzy arithmetic methods for aggregating partial assessments; and the center of gravity method for defuzzification of the results. Conceptual analysis of organizational resilience theories was applied to substantiate the resilience component. The empirical base of the study consisted of data from industrial enterprises in Ukraine. **Findings.** The necessity of expanding the traditional structure of enterprise potential by including a resilience component was substantiated, reflecting the enterprise's ability to foresee threats, absorb shocks, adapt to changes, and recover after crises. A system of linguistic variables for assessing the six components of enterprise potential was developed: production, financial, human resources, innovation, marketing, and resilience. Key resilience indicators were identified: diversification of suppliers and customers, financial buffer, capacity flexibility, digital maturity, decision-making speed, and the presence of anti-crisis plans. Trapezoidal membership functions were constructed for the terms "critical," "low," "average," "high," and "very high." An algorithm for aggregating fuzzy assessments into an integral indicator of the enterprise potential status was proposed. A five-level diagnostic scale for identifying the status of enterprise potential was developed, specifying value intervals and management recommendations. **Originality.** The methodological toolkit for diagnosing enterprise potential has been improved, which, unlike existing ones, includes a resilience component and is based on the apparatus of fuzzy sets, allowing for: comprehensive assessment of the enterprise's ability to withstand external shocks; formalization of qualitative expert assessments under uncertainty; aggregation of heterogeneous indicators of potential components; and determination of the integral level of potential and its critical state zones.

**Practical value.** The results of the study can be used by Ukrainian enterprises for a comprehensive assessment of their potential status, considering their ability to adapt and recover, which is especially relevant in conditions of economic instability and the need to justify strategic decisions for strengthening potential.

*Keywords:* enterprise potential, resilience, diagnosis, fuzzy sets, fuzzy logic, linguistic variables, membership function, uncertainty, adaptability, development strategy

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Altman E. I., Sabato G. Modelling credit risk for SMEs: Evidence from the U.S. market. *Abacus*. 2007. Vol. 43. No. 3. P. 332-357. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.2007.00234.x>.
2. Amit R., Schoemaker P. J. H. Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*. 1993. Vol. 14. No. 1. P. 33-46. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140105>.
3. Ali Z., Mahmood T., Ullah K., Khan Q. Einstein geometric aggregation operators using a novel complex interval-valued Pythagorean fuzzy setting with application in green supplier chain management. *Reports in Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 2. No. 1. P. 105-134. <https://doi.org/10.31181/rme2001020105t>.
4. Barney J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*. 1991. Vol. 17. No. 1. P. 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>.
5. Bellman R. E., Zadeh L. A. Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*. 1970. Vol. 17. No. 4. P. 141-164. <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.B141>.
6. Bhamra R., Dani S., Burnard K. Resilience: The concept, a literature review and future directions. *International Journal of Production Research*. 2011. Vol. 49. No. 18. P. 5375-5393. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.563826>.
7. Büyükköçkan G., Arsenyan J. Collaborative product development: A literature overview. *Production Planning & Control*. 2012. Vol. 23. No. 1. P. 47-66. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.543169>.
8. Deveci M., Gokasar I., Pamucar D., Coffman D., Papadonikolaki E. Safe Safe E-scooter operation alternative prioritization using a q-rung orthopair fuzzy Einstein based WASPAS approach. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 347. P. 131239. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131239>.
9. Dubois D., Prade H. Fuzzy sets and systems: Theory and applications. New York: Academic Press. 1980. 393 p.
10. Duchek S. Organizational resilience: A capability-based conceptualization. *Business Research*. 2020. Vol. 13. P. 215-246. <https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7>.
11. Dursun M., Karsak E. E. A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert Systems with Applications*. 2010. Vol. 37. No. 6. P. 4324-4330. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.067>.
12. Fiksel J., Polyviou M., Croxton K. L., Pettit T. J. From risk to resilience: Learning to deal with disruption. *MIT Sloan Management Review*. 2015. Vol. 56. No. 2. P. 79-86.
13. Garg H., Chen S. M. Multiattribute group decision making based on neutrality aggregation operators of q-rung orthopair fuzzy sets. *Information Sciences*. 2020. Vol. 517. P. 427-447. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.11.035>.
14. Grant R. M. The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation. *California Management Review*. 1991. Vol. 33. No. 3. P. 114-135. <https://doi.org/10.2307/41166664>.
15. Gunasekaran A., Patel C., McGaughey R. E. A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*. 2004. Vol. 87. No. 3. P. 333-347. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003>.
16. Hillmann J., Guenther E. Organizational resilience: A valuable construct for management research? *International Journal of Management Reviews*. 2021. Vol. 23. No. 1. P. 7-44. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12239>.
17. Hosseini S., Barker K., Ramirez-Marquez J. E. A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety*. 2016. Vol. 145. P. 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.08.006>.
18. Ivanov D. Viable supply chain model: Integrating agility, resilience and sustainability perspectives. *Annals of Operations Research*. 2022. Vol. 319. P. 1411-1431. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03640-6>.
19. Ivanov D., Dolgui A. Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International Journal of Production Research*. 2020. Vol. 58. No. 10. P. 2904-2915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>.
20. Kahraman C., Deveci M., Boltürk E., Türk S. Fuzzy controlled humanoid robots: A literature review. *Robotics and Autonomous Systems*. 2020. Vol. 134. P. 103643. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2020.103643>.
21. Kahraman C., Ruan D., Doğan I. Fuzzy group decision-making for facility location selection. *Information Sciences*. 2003. Vol. 157. P. 135-153. [https://doi.org/10.1016/S0020-0255\(03\)00183-X](https://doi.org/10.1016/S0020-0255(03)00183-X).

22. Klir G. J., Yuan B. Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and applications. Upper Saddle River: Prentice Hall. 1995. 574 p.
23. Koronis E., Ponis S. Better than before: The resilient organization in crisis mode. *Journal of Business Strategy*. 2018. Vol. 39. No. 1. P. 32-42. <https://doi.org/10.1108/JBS-10-2016-0124>.
24. Kumar K., Chen S. M. Group decision making based on q-rung orthopair fuzzy weighted averaging aggregation operator of q-rung orthopair fuzzy numbers. *Information Sciences*. 2022. Vol. 598. P. 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.03.032>.
25. Lin C. T., Chiu H., Chu P. Y. Agility index in the supply chain. *International Journal of Production Economics*. 2006. Vol. 100. No. 2. P. 285-299. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.11.013>.
26. Lengnick-Hall C. A., Beck T. E., Lengnick-Hall M. L. Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management. *Human Resource Management Review*. 2011. Vol. 21. No. 3. P. 243-255. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2010.07.001>.
27. Linnios E. A. M., Mazzarol T., Ghadouani A., Schilizzi S. G. The resilience architecture framework: Four organizational archetypes. *European Management Journal*. 2014. Vol. 32. No. 1. P. 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2012.11.007>.
28. Liao H., Xu Z., Herrera-Viedma E., Herrera F. Hesitant fuzzy linguistic term set and its application in decision making: A state-of-the-art survey. *International Journal of Fuzzy Systems*. 2018. Vol. 20. No. 7. P. 2084-2110. <https://doi.org/10.1007/s40815-017-0432-9>.
29. Linnenluecke M. K. Resilience in business and management research: A review of influential publications and a research agenda. *International Journal of Management Reviews*. 2017. Vol. 19. No. 1. P. 4-30. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12076>.
30. Mishra A. R., Rani P., Cavallaro F., Alrasheedi A. F. Assessment of sustainable wastewater treatment technologies using interval-valued intuitionistic fuzzy distance measure-based MAIRCA method. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*. 2023. Vol. 21. No. 3. P. 359-386. <https://doi.org/10.22190/FUME230901034M>.
31. Pavlov R., Zarutskaja O., Pavlova T., Grynko T., Levkovich O., Hordieieva-Herasymova L. Blockchain as a management technology: Institutionalization of crypto-assets and transformation of entrepreneurial models using the example of Ethereum. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. Vol. 6. No. 59. P. 151-166. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.59.2024.4529>.
32. Pavlov R., Zarutskaja O., Pavlova T., Grynko T., Levkovich O., Sokol P. Solana as a high-frequency governance model: Temporal antifragility and microtransaction business models. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2025. Vol. 5. No. 64. P. 287-301. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.5.64.2025.4848>.
33. Prahalad C. K., Hamel G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*. 1990. Vol. 68. No. 3. P. 79-91.
34. Riaz M., Farid H. M. A. Picture fuzzy aggregation approach with application to third-party logistic provider selection process. *Reports in Mechanical Engineering*. 2022. Vol. 3. No. 1. P. 227-236. <https://doi.org/10.31181/rme20023062022r>.
35. Ross T. J. Fuzzy logic with engineering applications. 4th ed. Chichester: John Wiley & Sons. 2017. 580 p.
36. Saaty T. L. The analytic hierarchy process. New York: McGraw-Hill. 1980. 287 p.
37. Sugeno M. Industrial applications of fuzzy control. Amsterdam: Elsevier Science. 1985. 269 p.
38. Schilke O., Hu S., Helfat C. E. Quo vadis, dynamic capabilities? A content-analytic review of the current state of knowledge and recommendations for future research. *Academy of Management Annals*. 2018. Vol. 12. No. 1. P. 390-439. <https://doi.org/10.5465/annals.2016.0014>.
39. Sun C. C. A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*. 2010. Vol. 37. No. 12. P. 7745-7754. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.04.066>.
40. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 1985. Vol. 15. No. 1. P. 116-132. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1985.6313399>.
41. Teece D. J., Pisano G., Shuen A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*. 1997. Vol. 18. No. 7. P. 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z).
42. Tsai C. F., Cheng J. W. Credit rating by hybrid machine learning techniques. *Applied Soft Computing*. 2012. Vol. 12. No. 1. P. 374-380. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.08.030>.
43. Ullah K., Mahmood T., Ali Z., Jan N. On some distance measures of complex Pythagorean fuzzy sets and their applications in pattern recognition. *Complex & Intelligent Systems*. 2020. Vol. 6. P. 15-27. <https://doi.org/10.1007/s40747-019-0103-6>.
44. Valikangas L., Romme G. How to design for strategic resilience: A case study in retailing. *Journal of Organization Design*. 2013. Vol. 2. No. 2. P. 44-53. <https://doi.org/10.7146/jod.7360>.

45. Vogus T. J., Sutcliffe K. M. Organizational resilience: Towards a theory and research agenda. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. 2007. P. 3418-3422. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2007.4414160>.
46. Wang T. C., Chang T. H. Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*. 2007. Vol. 33. No. 4. P. 870-880. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.07.003>.
47. Yager R. R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 1988. Vol. 18. No. 1. P. 183-190. <https://doi.org/10.1109/21.87068>.
48. Yazdani M., Zarate P., Kazimieras Zavadskas E., Turskis Z. A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*. 2019. Vol. 57. No. 9. P. 2501-2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>.
49. Zavadskas E. K., Turskis Z., Antucheviciene J., Zakarevicius A. Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Elektronika ir Elektrotechnika*. 2012. Vol. 122. No. 6. P. 3-6. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>.
50. Zadeh L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965. Vol. 8. No. 3. P. 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
51. Zimmermann H. J. Fuzzy set theory and its applications. 4th ed. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2001. 514 p.

## REFERENCES

1. Altman, E. I., & Sabato, G. (2007). Modelling credit risk for SMEs: Evidence from the U.S. market. *Abacus*, 43(3), 332-357. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.2007.00234.x>.
2. Amit, R., & Schoemaker, P. J. H. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33-46. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140105>.
3. Ali, Z., Mahmood, T., Ullah, K., & Khan, Q. (2021). Einstein geometric aggregation operators using a novel complex interval-valued Pythagorean fuzzy setting with application in green supplier chain management. *Reports in Mechanical Engineering*, 2(1), 105-134. <https://doi.org/10.31181/rme2001020105t>.
4. Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>.
5. Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17(4), 141-164. <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.B141>.
6. Bhamra, R., Dani, S., & Burnard, K. (2011). Resilience: The concept, a literature review and future directions. *International Journal of Production Research*, 49(18), 5375-5393. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.563826>.
7. Büyükoçkan, G., & Arsenyan, J. (2012). Collaborative product development: A literature overview. *Production Planning & Control*, 23(1), 47-66. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.543169>.
8. Deveci, M., Gokasar, I., Pamucar, D., Coffman, D., & Papadonikolaki, E. (2022). Safe E-scooter operation alternative prioritization using a q-rung orthopair fuzzy Einstein based WASPAS approach. *Journal of Cleaner Production*, 347, 131239. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131239>.
9. Dubois, D., & Prade, H. (1980). Fuzzy sets and systems: Theory and applications. New York: Academic Press.
10. Duchek, S. (2020). Organizational resilience: A capability-based conceptualization. *Business Research*, 13, 215-246. <https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7>.
11. Dursun, M., & Karsak, E. E. (2010). A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4324-4330. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.067>.
12. Fiksel, J., Polyviou, M., Croxton, K. L., & Pettit, T. J. (2015). From risk to resilience: Learning to deal with disruption. *MIT Sloan Management Review*, 56(2), 79-86.
13. Garg, H., & Chen, S. M. (2020). Multiattribute group decision making based on neutrality aggregation operators of q-rung orthopair fuzzy sets. *Information Sciences*, 517, 427-447. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.11.035>.
14. Grant, R. M. (1991). The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation. *California Management Review*, 33(3), 114-135. <https://doi.org/10.2307/41166664>.
15. Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333-347. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003>.
16. Hillmann, J., & Guenther, E. (2021). Organizational resilience: A valuable construct for management research? *International Journal of Management Reviews*, 23(1), 7-44. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12239>.

17. Hosseini, S., Barker, K., & Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety*, 145, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.08.006>.
18. Ivanov, D. (2022). Viable supply chain model: Integrating agility, resilience and sustainability perspectives. *Annals of Operations Research*, 319, 1411-1431. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03640-6>.
19. Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2904-2915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>.
20. Kahraman, C., Deveci, M., Boltürk, E., & Türk, S. (2020). Fuzzy controlled humanoid robots: A literature review. *Robotics and Autonomous Systems*, 134, 103643. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2020.103643>.
21. Kahraman, C., Ruan, D., & Doğan, I. (2003). Fuzzy group decision-making for facility location selection. *Information Sciences*, 157, 135-153. [https://doi.org/10.1016/S0020-0255\(03\)00183-X](https://doi.org/10.1016/S0020-0255(03)00183-X).
22. Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and applications. Upper Saddle River: Prentice Hall.
23. Koronis, E., & Ponis, S. (2018). Better than before: The resilient organization in crisis mode. *Journal of Business Strategy*, 39(1), 32-42. <https://doi.org/10.1108/JBS-10-2016-0124>.
24. Kumar, K., & Chen, S. M. (2022). Group decision making based on q-rung orthopair fuzzy weighted averaging aggregation operator of q-rung orthopair fuzzy numbers. *Information Sciences*, 598, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.03.032>.
25. Lin, C. T., Chiu, H., & Chu, P. Y. (2006). Agility index in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 100(2), 285-299. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.11.013>.
26. Lengnick-Hall, C. A., Beck, T. E., & Lengnick-Hall, M. L. (2011). Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management. *Human Resource Management Review*, 21(3), 243-255. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2010.07.001>.
27. Linnios, E. A. M., Mazzarol, T., Ghadouani, A., & Schilizzi, S. G. (2014). The resilience architecture framework: Four organizational archetypes. *European Management Journal*, 32(1), 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2012.11.007>.
28. Liao, H., Xu, Z., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2018). Hesitant fuzzy linguistic term set and its application in decision making: A state-of-the-art survey. *International Journal of Fuzzy Systems*, 20(7), 2084-2110. <https://doi.org/10.1007/s40815-017-0432-9>.
29. Linnenluecke, M. K. (2017). Resilience in business and management research: A review of influential publications and a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 19(1), 4-30. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12076>.
30. Mishra, A. R., Rani, P., Cavallaro, F., & Alrasheedi, A. F. (2023). Assessment of sustainable wastewater treatment technologies using interval-valued intuitionistic fuzzy distance measure-based MAIRCA method. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 21(3), 359-386. <https://doi.org/10.22190/FUME230901034M>.
31. Pavlov, R., Zarutskaya, O., Pavlova, T., Grynko, T., Levkovich, O., & Hordieieva-Herasymova, L. (2024). Blockchain as a management technology: Institutionalization of crypto-assets and transformation of entrepreneurial models using the example of Ethereum. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 6(59), 151-166. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.6.59.2024.4529>.
32. Pavlov, R., Zarutskaya, O., Pavlova, T., Grynko, T., Levkovich, O., & Sokol, P. (2025). Solana as a high-frequency governance model: Temporal antifragility and microtransaction business models. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(64), 287-301. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.5.64.2025.4848>.
33. Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
34. Riaz, M., & Farid, H. M. A. (2022). Picture fuzzy aggregation approach with application to third-party logistic provider selection process. *Reports in Mechanical Engineering*, 3(1), 227-236. <https://doi.org/10.31181/rme20023062022r>.
35. Ross, T. J. (2017). Fuzzy logic with engineering applications (4th ed.). Chichester: John Wiley & Sons.
36. Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. New York: McGraw-Hill.
37. Sugeno, M. (1985). Industrial applications of fuzzy control. Amsterdam: Elsevier Science.
38. Schilke, O., Hu, S., & Helfat, C. E. (2018). Quo vadis, dynamic capabilities? A content-analytic review of the current state of knowledge and recommendations for future research. *Academy of Management Annals*, 12(1), 390-439. <https://doi.org/10.5465/annals.2016.0014>.
39. Sun, C. C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7745-7754. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.04.066>.
40. Takagi, T., & Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 15(1), 116-132. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1985.6313399>.

41. Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z).
42. Tsai, C. F., & Cheng, J. W. (2012). Credit rating by hybrid machine learning techniques. *Applied Soft Computing*, 12(1), 374-380. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.08.030>.
43. Ullah, K., Mahmood, T., Ali, Z., & Jan, N. (2020). On some distance measures of complex Pythagorean fuzzy sets and their applications in pattern recognition. *Complex & Intelligent Systems*, 6, 15-27. <https://doi.org/10.1007/s40747-019-0103-6>.
44. Valikangas, L., & Romme, G. (2013). How to design for strategic resilience: A case study in retailing. *Journal of Organization Design*, 2(2), 44-53. <https://doi.org/10.7146/jod.7360>.
45. Vogus, T. J., & Sutcliffe, K. M. (2007). Organizational resilience: Towards a theory and research agenda. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 3418-3422. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2007.4414160>.
46. Wang, T. C., & Chang, T. H. (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 33(4), 870-880. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.07.003>.
47. Yager, R. R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 18(1), 183-190. <https://doi.org/10.1109/21.87068>.
48. Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>.
49. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 122(6), 3-6. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>.
50. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
51. Zimmermann, H. J. (2001). Fuzzy set theory and its applications (4th ed.). Boston: Kluwer Academic Publishers.

Стаття надійшла до редакції: 24.11.2025  
Received: 11.24.2025