

В. О. Храпач, аспірант

ORCID 0000-0002-0073-0914

e-mail: 2600457@stud.kai.edu.ua,

Київський авіаційний інститут

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ОЦІНКИ РІВНЯ ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Постановка проблеми. Традиційні підходи до оцінки інноваційної активності використовують різноманітні методи кількісної оцінки якісних показників та їх подальшу обробку. Однак коли експерт не має можливості верифікувати безумовну відповідність якісного параметру певному кількісному значенню, такі методи виявляються неефективними. Крім того, інноваційна активність є якісним показником та його значення, отримане в результаті дослідження та виражене чисельно, не має практичного значення для керівництва підприємства. Ефективним такий результат буде у тому випадку, якщо він оцінює можливість підприємства успішно реалізовувати інноваційні проекти, створювати та впроваджувати нововведення.

Метою статті є розробка науково-методичного підходу оцінки рівня інноваційної активності транспортних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. В сучасних умовах одним із найбільш перспективних напрямів наукових досліджень у галузі аналізу, прогнозування та моделювання економічних явищ та процесів є нечітка логіка (fuzzy logic) [1]. У межах даної теорії допустиме порівняння різних моделей, і навіть можливість кількісної оцінки понять «очікуваний», «високий», «низький», «напевно», «малоймовірно» тощо. Для формалізації подібних оцінок вводиться так звана лінгвістична змінна, кожному значенню якої відповідає нечітка множина зі своєю функцією приналежності фактору даної множини [2].

Для оцінки рівня інноваційної активності транспортних підприємств розроблено науково-методичний підхід (рис. 1).

На першому етапі пропонується визначити поточний рівень інноваційної активності транспортного підприємства на основі обґрунтованого вибору показників. У процесі проведення аналізу



© Видавець Інститут економіки промисловості НАН України, 2024

© Видавець Академія економічних наук України, 2024



Рис. 1. Етапи оцінки рівня інноваційної активності транспортних підприємств

рівня інноваційної активності необхідно провести оцінку сильних та слабких сторін підприємства, порівняти їх із аналогічними даними конкурентів. Аналіз макросередовища має насамперед такі цілі:

- визначити сприятливі можливості або фактори, які можуть сприяти досягненню цілей підприємства;
- охарактеризувати загрози та небезпеки для підприємства, які сприяють досягненню цілей [3].

Розглянемо основні етапи науково-методичного підходу щодо оцінки рівня інвестиційної активності транспортних підприємств на основі нечітких множин.

Етап 1. Визначаємо множини E , G і B . Спочатку безліч E станів підприємства розбивається на п'ять підмножин:

- E_1 – нечітка підмножина станів «незначний рівень»;
- E_2 – нечітка підмножина станів «низький рівень»;
- E_3 – нечітка підмножина станів «середній рівень»;
- E_4 – нечітка підмножина станів «високий рівень»;
- E_5 – нечітка підмножина станів «дуже високий рівень».

Далі відповідно до сформованих множин Е повна безліч стратегій управління фінансовою рівнів інноваційної активності В розбивається на п'ять підмножин:

G1 – нечітка підмножина «дуже високий рівень інноваційної активності»;

G2 – нечітка підмножина «високий рівень інноваційної активності»;

G3 – нечітка підмножина «середній рівень фінансової інноваційної активності»;

G4 – нечітка підмножина «низький рівень інноваційної активності»;

G5 – нечітка підмножина «незначний рівень інноваційної активності».

Етап 2. За показниками, що використовуються при оцінці рівня інноваційної активності транспортних підприємств, обрано наступний їх перелік:

X1 – коефіцієнт автономії;

X2 – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власним капіталом;

X3 – коефіцієнт швидкої ліквідності;

X4 – коефіцієнт абсолютної ліквідності;

X5 – оборотність активів;

X6 – рентабельність всього капіталу;

X7 – рівень маркетингу;

X8 – рівень техніко-технологічного поновлення;

Етап 3. Оцінка інноваційної активності суб'єктів господарювання здійснюється за допомогою комплексу показників. Однак при їх класифікації виникають труднощі, пов'язані з чітким розмежуванням значень (наприклад, «дуже низький» та «низький»). Для подолання цієї проблеми пропонується застосувати нечітку логіку шляхом введення лінгвістичної змінної G, яка характеризує рівень інноваційної активності. Множина значень цієї змінної (термножина) включатиме лінгвістичні терміни, такі як «дуже низький», «низький», «середній», «високий» та «дуже високий», що дозволяє більш точно та адекватно описати ступінь інноваційної активності, враховуючи нечіткий характер даних показників. Так, змінна «рівень показника Е» може мати наступні значення «дуже низький», «низький», «середній», «високий», «дуже високий».

Далі кожному значенню лінгвістичної змінної G_i , що є нечітким підмножиною значень інтервалу $[0, 1]$, ставиться у відповід-

ність функція належності тому чи іншому нечіткому підмножині. Найбільш поширеною є трапецієподібна функція приналежності.

Визначення функції приналежності за кожним показником проводиться за наступною формулою:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b \leq x \leq c, \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d, \\ 0 & d \leq x. \end{cases}$$

Параметри a та d характеризують нижню основу трапеції, а параметри b та c – верхню основу трапеції. При цьому функція приналежності – опукла нечітка множина з носієм – інтервалом (a, d) , межами (a, b) (c, d) та ядром $[b, c]$.

Вагові коефіцієнти показників, що використовуються в оцінці рівня інноваційної активності підприємства, визначаються за правилом Фішберна [4].

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N_i}, \quad i = \overline{1, N},$$

де r_i – значення розрахованого рангу та i -го показника;

N – загальна кількість груп показників, за котрими розраховувались ранги;

i – порядковий номер показника (як їх значимості).

Сума рівнів значущості дорівнюватиме одиниці. У разі, якщо показники мають рівну значимість, то рівні значимості r_i визначається:

$$r_i = 1/N.$$

Побудуємо класифікацію поточного значення показника, що характеризує рівень інноваційної активності.

Етап 4. Проведення класифікації рівнів інноваційної активності транспортних підприємств, результати зведемо до табл. 1.

Етап 5. Рівні показників за період визначаємо на основі віднесення поточних значень показників до нечітких підмножин, меж яких визначено експертним методом (табл. 2) [4].

Етап 6. Результати експертного опитування, проведеного у межах дослідження та наступних розрахунків, представлені у табл. 3.

Таблиця 1

Класифікація рівня інноваційної активності транспортних підприємств

Інтервал значення g	Рівень інноваційної активності	Ступінь оціночної впевненості (функція власності)
$0 \leq g \leq 0,1$	G5 - незначний	1
$0,1 \leq g \leq 0,2$	G5 - незначний	$\mu_5 = 10 \times (0,2 - g)$
	G4 - низький	$\mu_4 = 1 - \mu_5$
$0,2 \leq g \leq 0,3$	G4 - низький	1
$0,3 \leq g \leq 0,4$	G4 - низький	$\mu_4 = 10 \times (0,4 - g)$
	G3 - середній	$\mu_3 = 1 - \mu_4$
$0,4 \leq g \leq 0,5$	G3 - середній	1
$0,5 \leq g \leq 0,6$	G3 - середній	$\mu_3 = 10 \times (0,6 - g)$
	G2 - високий	$\mu_2 = 1 - \mu_3$
$0,6 \leq g \leq 0,7$	G2 - високий	1
$0,7 \leq g \leq 0,8$	G2 - високий	$\mu_2 = 10 \times (0,8 - g)$
	G1 - дуже високий	$\mu_1 = 1 - \mu_2$
$0,8 \leq g \leq 1,0$	G1 - дуже високий	1

Таблиця 2

Класифікація значень показників

Показники	Нечіткі терми				
	незначний	низький	середній	високий	Дуже високий
X1	$0,225 \leq X \leq 0,325$	$0,325 \leq X \leq 0,425$	$0,425 \leq X \leq 0,525$	$0,525 \leq X \leq 0,625$	$0,625 \leq X \leq 0,725$
X2	$0,01 \leq X \leq 0,064$	$0,064 \leq X \leq 0,118$	$0,116 \leq X \leq 0,172$	$0,172 \leq X \leq 0,226$	$0,226 \leq X \leq 0,28$
X3	$0 \leq X \leq 0,53$	$0,53 \leq X \leq 1,06$	$1,06 \leq X \leq 1,59$	$1,59 \leq X \leq 2,12$	$2,12 \leq X \leq 2,65$
X4	$0,025 \leq X \leq 0,09$	$0,09 \leq X \leq 0,155$	$0,155 \leq X \leq 0,220$	$0,220 \leq X \leq 0,285$	$0,285 \leq X \leq 0,35$
X5	$0 \leq X \leq 0,13$	$0,13 \leq X \leq 0,26$	$0,26 \leq X \leq 0,39$	$0,39 \leq X \leq 0,52$	$0,52 \leq X \leq 0,65$
X6	$0 \leq X \leq 0,06$	$0,06 \leq X \leq 0,12$	$0,12 \leq X \leq 0,18$	$0,18 \leq X \leq 0,24$	$0,24 \leq X \leq 0,3$
X7	$0 \leq X \leq 0,2$	$0,2 \leq X \leq 0,4$	$0,4 \leq X \leq 0,6$	$0,6 \leq X \leq 0,8$	$0,8 \leq X \leq 1$
X8	$0 \leq X \leq 0,2$	$0,2 \leq X \leq 0,4$	$0,4 \leq X \leq 0,6$	$0,6 \leq X \leq 0,8$	$0,8 \leq X \leq 1$

Визначено рівень приналежності λ_{ij} нечітким підмножинам з терм-множини значень змінної, тобто значення відповідних функцій для заданих параметрів.

Етап 7. На даному етапі здійснюється визначення агрегованого показника – рівня інноваційної активності транспортних підприємств g(FS) за формулою:

Таблиця 3

**Параметри (вершини) трапецієподібних функцій
приладдя для аналізованих показників**

Умовне позначення	Показник		незначний	низький	середній	високий	Дуже високий
X1	Коефіцієнт автономії	a	0,225	0,325	0,425	0,525	0,625
		b	0,258	0,358	0,458	0,558	0,658
		c	0,291	0,391	0,491	0,591	0,691
		d	0,325	0,425	0,525	0,625	0,725
X2	Коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власним капіталом	a	0,01	0,064	0,118	0,172	0,226
		b	0,028	0,082	0,136	0,190	0,244
		c	0,046	0,100	0,154	0,208	0,262
		d	0,064	0,118	0,172	0,226	0,280
X3	Коефіцієнт швидкої ліквідності	a	0	0,530	1,060	1,590	2,120
		b	0,177	0,707	1,237	1,767	2,297
		c	0,354	0,884	1,414	1,944	2,474
		d	0,530	1,060	1,590	2,120	2,650
X4	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	a	0,025	0,09	0,155	0,220	0,285
		b	0,041	0,106	0,171	0,236	0,301
		c	0,058	0,123	0,188	0,253	0,318
		d	0,09	0,155	0,220	0,285	0,350
X5	Показник оборотності активів	a	0	0,130	0,260	0,390	0,52
		b	0,032	0,163	0,293	0,423	0,553
		c	0,	0,195	0,325	0,455	0,585
		d	0,13	0,260	0,390	0,52	0,65
X6	Рентабельність всього капіталу	a	0	0,060	0,120	0,180	0,240
		b	0,015	0,075	0,135	0,195	0,255
		c	0,030	0,090	0,150	0,210	0,270
		d	0,060	0,120	0,180	0,240	0,300
X7	Рівень маркетингу	a	0	0,200	0,400	0,600	0,800
		b	0,067	0,267	0,467	0,667	0,867
		c	0,134	0,334	0,534	0,734	0,934
		d	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000
X8	Рівень техніко-технологічного оновлення	a	0	0,200	0,400	0,600	0,800
		b	0,067	0,267	0,467	0,667	0,867
		c	0,134	0,334	0,534	0,734	0,934
		d	0,200	0,400	0,600	0,800	1,000

$$g(FS) = \sum_{j=1}^S g_i \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij},$$

де g_i – вузлові точки стандартного п'ятирівневого класифікатора на 01-носія;

$$g_i = 0,9 - 0,2(j - 1);$$

r_i – рівень значущості показника;

λ_{ij} – значення рівня належності j -го якісного рівня щодо поточного значення i -го показника;

$g(FS)$ – стратегія з урахуванням рівня інноваційної активності підприємства.

Етап 8. Останнім кроком є ранжування рівнів інноваційної активності підприємства за рівнем обраних показників у порядку створення їхнього рейтингу. Результатом класифікації є лінгвістичний опис рівня інноваційної активності, а також ступінь упевненості експерта у правильному проведенні класифікації. Ступінь приналежності підприємства до критеріїв визначається на основі вербально-числової шкали Харінгтона [5], що містить змістовно описані назви градацій та відповідні діапазони числових значень (табл. 4).

В основі даних розрахунків лежить матриця, яка містить п'ять якісних рівнів (незначний – низький – середній – високий – дуже високий) та стовпці матриці, де аналізовані показники – її рядки, а їх перетин – рівні належності ліній кількісним рівням факторів за якісним класом.

Таблиця 4

Характеристика рівня інноваційної активності транспортних підприємств

Рівень інноваційної активності		Характеристика
1	2	3
0 – 0,2	Незначний	Підприємство з дуже низьким рівнем інноваційної активності, що потребує розробку стратегічних орієнтирів, які сприятимуть виводу підприємства з кризового стану. Оскільки фінансові показники не відповідають рекомендованим значенням, фінансовий потенціал на дуже низькому рівні, немає можливості впроваджувати інноваційні проекти, доцільно використовувати імітаційну стратегію
0,2 – 0,4	Низький	Підприємство з низьким рівнем інноваційної активності, що потребує розробку стратегічних орієнтирів, які сприятимуть виводу підприємства з передкризового стану. Оскільки фінансові показники в більшості не відповідають рекомендованим значенням, інноваційний потенціал на низькому рівні, немає можливості впроваджувати інноваційні проекти, доцільно використовувати імітаційну стратегію
0,4 – 0,6	Середній	Підприємство з середнім рівнем інноваційної активності, що потребує розробку стратегічних орієнтирів, які сприятимуть забезпеченню інноваційної активності підприємства. Оскільки фінансові показники в своїй більшості відповідають рекомендованим значенням, середній рівень інноваційного потенціалу, то є можливість впроваджувати інноваційні проекти, доцільно використовувати наступальну стратегію

Закінчення табл. 4

1	2	3
0,6 – 0,8	Високий	Підприємство з високим рівнем інноваційної активності, що потребує розробку стратегічних орієнтирів, які сприятимуть підтримки підприємства на високому фінансовому рівні. Оскільки фінансові показники відповідають рекомендованим значенням, високий рівень інноваційного потенціалу, то є можливість впроваджувати інноваційні проекти, доцільно використовувати наступальну стратегію
0,8 – 1	Дуже високий	Підприємство з дуже високим рівнем інноваційної активності, що потребує розробку стратегічних орієнтирів, які сприятимуть підтримки підприємства на дуже високому фінансовому рівні. Оскільки фінансові показники відповідають рекомендованим значенням, дуже високий рівень інноваційного потенціалу, є можливості впроваджувати інноваційні проекти, доцільно використовувати наступальну стратегію

Висновки. Отже, запропонований науково-методичний підхід оцінки рівня інноваційної активності транспортних підприємств дає змогу якісно оцінити рівень інноваційної активності транспортних підприємств. Оцінка рівня здійснюється шляхом оцінки поточного рівня інноваційної активності транспортного підприємства на основі обґрунтованого вибору показників. Труднощі пов'язані з чітким розмежуванням значень, за розробленим підходом, вирішуються шляхом використання нечіткої логіки, а саме введенням лінгвістичної змінної, яка характеризує інноваційні активності. Визначати вагові коефіцієнти показників, що використовуються в оцінці рівня інноваційної активності підприємства, пропонується визначати за правилом Фішберна. Наступним етапом пропонується побудова класифікації поточного значення показника, що характеризує рівень інноваційної активності. Рівні показників за період визначаються на основі віднесення поточних значень показників до нечітких підмножин, межі яких визначено експертним методом. Наступним етапом є визначення рівня приналежності до нечітких підмножин з терм-множини значень змінної і побудова трапецієподібних функцій приладдя для аналізованих показників. Наступним кроком є оцінка рівня інноваційної активності за запропонованою формулою. Після чого здійснюється ранжування рівнів інноваційної активності підприємства за рівнем обраних показників у порядку створення їхнього рейтингу. Результатом класифікації є лінгвістичний опис рівня інноваційної активності, а також ступінь упевне-

ності експерта у правильному проведенні класифікації. Ступінь приналежності підприємства до критеріїв визначається на основі вербально-числової шкали Харінгтона, що містить змістовно описані назви градацій та відповідні діапазони числових значень.

Література

1. Tsyokhla S. Yu., Orlova N. N. Methodological approaches to assessing the academic staff efficiency in digital transformations of education. *Journal of Labor Economics*. 2022. Vol. 9 (2). P. 299–320. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.9.2.114247>.
2. Hodge E. M., Salloum S. J., Benko S. L. The Changing Ecology of the Curriculum Marketplace in the Era of the Common Core State Standards. *Journal of Educational Change*. 2019. Vol. 20. P. 425–446. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10833-019-09347-1>.
3. Рузакова О. В. Нечітко-множинне моделювання фінансового стану підприємства. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*: зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 4. С. 69–76.
4. Петренко Л. М. Нечітко-множинна модель в управлінні фінансовою безпекою підприємства. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*: зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана»; редкол.: В. К. Галіцин (відп. ред.) [та ін.]. Київ: КНЕУ, 2010. Вип. 82. С. 156–168.
5. Останкова Л. А., Шевченко Н. Ю. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 256 с.

References

1. Tsyokhla, S. Yu., Orlova, N. N. (2022). Methodological approaches to assessing the academic staff efficiency in digital transformations of education. *Journal of Labor Economics*, 9 (2), pp. 299–320. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.9.2.114247>.
2. Hodge, E. M., Salloum, S. J., Benko, S. L. (2019). The Changing Ecology of the Curriculum Marketplace in the Era of the Common Core State Standards. *Journal of Educational Change*, 20, pp. 425–446. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10833-019-09347-1>.
3. Ruzakova, O. V. (2019). Nechitko-mnozhynne modeliuвання finansovoho stanu pidpryemstva [Fuzzy-Multiple Modeling of the Financial State of the Enterprise]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Economics. Finance. Management: Actual Issues of Science and Practice*, 4, pp. 69-76 [in Ukrainian].
4. Petrenko, L. M. (2010). Nechitko-mnozhynna model v upravlinni finansovoiu bezpekoiu pidpryemstva [Fuzzy-Multiple Model in the Management of Financial Security of the Enterprise]. *Modeliuвання ta informatsiini systemy v ekonomitsi – Modeling and Information Systems in Economics*, 82, pp. 156–168 [in Ukrainian].
5. Ostantkova, L. A., Shevchenko, N. Yu. (2011). Analiz, modeliuвання ta upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy [Analysis, modeling and management of economic risks]. Kyiv, Center for Educational Literature. 256 p. [in Ukrainian].

Надійшла до редакції: 27.09.2024 р.
Рецензовано: 23.10.2024 р.