

Azarova A. O.

PhD, Professor

Zhalin Y. O.

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

**THE MATHEMATICAL MODEL OF ENTERPRISES INNOVATION
ATTRACTIVENESS ON THE BASIS OF FUZZY LOGIC THEORY**

Азарова А. О.

к.т.н., професор

Жалін Ю. О.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ І ОЦІНЮВАННЯ
РІВНЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ
НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

The mathematical model of enterprises innovation attractiveness on the basis of fuzzy logic theory is proposed in the article.

Keywords: innovation attractiveness, fuzzy logic, innovative attractiveness, fuzzy logic, matrix of knowledge, mathematical model.

У роботі запропоновано математичну модель оцінювання рівня інноваційної привабливості на базі нечіткої логіки.

Ключові слова: інноваційна привабливість, нечітка логіка, матриця знань, математична модель.

В умовах сучасного розвитку ринкових відносин важливим показником ефективності виробництва, підвищення його конкурентоспроможності, забезпечення стабільного зростання суб'єктів різних форм власності й господарювання є автоматизація процесів управління інноваційною привабливістю підприємства засобами математичного моделювання.

Проблеми інноваційної привабливості досліджувалися у фундаментальних працях таких вітчизняних і зарубіжних вчених Р. Акоф, О. О. Бакаєв, Н. Є. Бойцун, М. П. Бусленко, В. В. Вітлінський, С. Г. Діордіц, Ф. Емер, П. Вітфілд, П. Друкер, М. О. Кизим, Т. С. Клебанова, В. Ф. Ковальчук, Н. І. Костіна, Ю. Г. Лисенко, О. М. Марюта, А. Гальчинський, Б. Гринєв, О. Лапко, В.Ф. Ситник, М. І. Скрипниченко, В. М. Томашевський та ін. Проте існуючі моделі і підходи до оцінювання рівня ІПП є занадто обмеженими, вони

не враховують широкий спектр різноякісних параметрів впливу зовнішнього та внутрішнього середовища, а також є слабо формалізованими.

Метою даної роботи є розробка математичної моделі оцінювання рівня інноваційної діяльності підприємства, яка б уможлилювала чітку формалізацію експертних оцінок, мала гнучку структуру і високу здатність до адаптації, враховувала усі чинники впливу.

Для формування множини вхідних параметрів слід врахувати для оцінювання рівня інноваційної привабливості підприємства такі складові, що вказано в табл. 1 [1].

Таблиця 2.8

Складові, що впливають на інноваційну привабливість підприємства

Інноваційна привабливість підприємства		
Інфраструктура підприємства	Фінансовий стан	Організаційні характеристики
<ul style="list-style-type: none"> - виробнича інфраструктура; - інноваційна інфраструктура; - інформаційна інфраструктура; - соціальна інфраструктура; 	<ul style="list-style-type: none"> - венчурний капітал; - фінансова незалежність; - рівень ліквідності активів; <ul style="list-style-type: none"> - рівень платоспроможності; - цільове використання грошових коштів; - зовнішні джерела фінансування фінансової діяльності; - висока якість менеджменту на підприємстві. 	<ul style="list-style-type: none"> - плинність кадрів; - мотивація; - трудова дисципліна; - корпоративна культура; - продуктивність праці; - інноваційна інфраструктура.

Для нашої моделі в якості універсальних множин для термів лінгвістичних змінних приймемо діапазони можливих значень відповідних показників оцінювання рівня ІІІ.

Множина L первинних вхідних показників l_c ($c = \overline{1, C}$); уможлилює визначення множини $X = \{x_{ij}\}$, $i = \overline{1, n}$, $n=3$, $j = \overline{1, L}$, $J=17$ оцінювальних параметрів. У свою чергу X є базою для ідентифікації множини функцій $f_1 \dots f_3$, на основі яких здійснюється оцінювання інноваційної привабливості підприємства множиною вихідних параметрів $ID = (ID_k), k = \overline{1, K}, K = 3$.

Отже, математична модель такого процесу набуває вигляду:

$$L \xrightarrow{F_1} X \xrightarrow{F_2} ID_k, F_1: J \rightarrow X; F_2 = F(f_1, f_2, f_3),$$

$$f_1 = g_1(x_{11} \dots x_{14}), f_2 = g_2(x_{21} \dots x_{27}), f_3 = g_3(x_{31} \dots x_{36}) \quad (1)$$

Сукупність вхідних та вихідних параметрів, усіх функцій перетворень у послідовному їх виконанні описано у структурній моделі оцінювання інноваційної привабливості підприємства (рис. 1).

На основі множинних параметрів $x_{ij}, i=\overline{1,3}; X_j=\overline{1,17}$ сформована сукупність функцій перетворення: f_1 – функція інфраструктури підприємства; f_2 – функція фінансового стану підприємства; f_3 – функція організаційної характеристики підприємства.



Рисунок 1 – Структурна модель оцінювання інноваційної привабливості підприємства

Для оцінювання параметрів $x_{11}, \dots, x_{14}, x_{21}, \dots, x_{27}, x_{31}, \dots, x_{36}$ доцільно використовувати три нечіткі терми $t = \overline{1, T}, T = 3$, оскільки вони враховують із достатнім рівнем точності специфіку досліджуваних параметрів. Представимо значення даних показників за шкалою «0-1».

Використовуючи узгоджену авторами статті інформацію, що була надана експертами, було складено матриці знань для оцінювання параметрів, що описують інфраструктуру підприємства, фінансовий стан та його організаційні

характеристики. Покажемо на прикладі функції інфраструктури підприємства (табл. 1).

Таблиця 1

Матриця знань для оцінювання функціоналу f_1 – функція інфраструктури підприємства

x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	f_1
B	B	B	B	B
B	B	C	B	
C	B	B	C	BC
C	C	B	B	
C	B	C	C	C
C	C	H	C	
C	C	C	C	HC
H	C	C	C	
H	C	H	H	H
H	H	H	H	

На основі матриці знань складено логічні рівняння для усіх агрегуючих функціоналів. Зокрема, для f_1 такі рівняння набувають вигляду:

$$\mu^B(f_1) = \mu^B(x_{11}) * \mu^B(x_{12}) * \mu^B(x_{13}) * \mu^B(x_{14}) \vee \mu^B(x_{11}) * \mu^B(x_{12}) * \mu^C(x_{13}) * \mu^B(x_{14})$$

$$\mu^{BC}(f_1) = \mu^C(x_{11}) * \mu^B(x_{12}) * \mu^B(x_{13}) * \mu^C(x_{14}) \vee \mu^C(x_{11}) * \mu^C(x_{12}) * \mu^B(x_{13}) * \mu^B(x_{14})$$

$$\mu^C(f_1) = \mu^C(x_{11}) * \mu^B(x_{12}) * \mu^C(x_{13}) * \mu^C(x_{14}) \vee \mu^C(x_{11}) * \mu^C(x_{12}) * \mu^H(x_{13}) * \mu^C(x_{14})$$

$$\mu^{HC}(f_1) = \mu^C(x_{11}) * \mu^C(x_{12}) * \mu^C(x_{13}) * \mu^C(x_{14}) \vee \mu^H(x_{11}) * \mu^C(x_{12}) * \mu^C(x_{13}) * \mu^C(x_{14})$$

$$\mu^H(f_1) = \mu^H(x_{11}) * \mu^C(x_{12}) * \mu^H(x_{13}) * \mu^H(x_{14}) \vee \mu^H(x_{11}) * \mu^H(x_{12}) * \mu^H(x_{13}) * \mu^H(x_{14})$$

В результаті проведеного дослідження розроблено математичну модель оцінювання рівня ІПП, в основу якої покладено математичний апарат теорії нечіткої логіки. Перевагою розробленої нечіткої моделі є те, що зв'язок між вхідними параметрами і вихідним параметром описується за допомогою понять природної мови, які об'єктивно є значно „ближчими” для експертів-аналітиків, ніж абстрактні математичні поняття. Це забезпечує високий рівень адекватності формалізації експертних. Також розроблена модель має високу здатність до

адаптації експертних даних завдяки наявності в ній значної кількості параметрів, які можуть бути оптимізовані.

Література:

1. Кулініч Т. В. Підходи до оцінювання інноваційної привабливості регіональних суб'єктів господарювання / Т. В. Кулініч // Вісник Львівської політехніки. – 2011. – С. 227–228
2. Азарова А. О., Жалін Ю. О. Розроблення механізму покращення інноваційної діяльності підприємства сучасними інформаційними технологіями : монографія / А. О. Азарова, Ю. О. Жалін // Управління інноваційною, інвестиційною та економічною діяльністю інтегрованих об'єднань та підприємств. – 2016. – № 1. – С. 124–133.
3. Азарова А. О., Жалін Ю. О. Математичне моделювання процесу оцінювання рівня інноваційної діяльності підприємства / А. О. Азарова, Ю. О. Жалін // Экономика и финансы. – 2016.
4. Азарова А. О., Мороз О. О. Сторожа А. В. Комплексна цільова програма удосконалення інноваційного процесу з використанням сучасних автоматизованих засобів / А. О. Азарова, О. О. Мороз, А. В. Сторожа // Вісник Сумського державного університету. – 2013. – № 4. – С. 102–109.
5. Рачинська Г. В. Визначення та оцінювання інноваційної привабливості підприємств / Г. В. Рачинська, Л. С. Лісовська // Вісник Львівської політехніки. – 2008. – С. 272–276