

УДК 331.101  
JEL M12, C13  
DOI 10.33244/2617-5940.1.2021.96-112

*Дончак Л.Г., Бойківська Г.М., Лисюк С.П.*

## **МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА**

У статті запропоновано та обґрунтовано методичний підхід до оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства на основі використання математичного апарату теорії нечіткої логіки. Це дає змогу врахувати сукупність як кількісних, так і якісних показників, які впливають на систему управління персоналом на підприємстві та дозволяє отримувати достовірну інформацію для своєчасного прийняття відповідних управлінських рішень щодо гнучкості кадрового потенціалу підприємства до несприятливого внутрішнього або зовнішнього впливу.

**Ключові слова:** кадровий потенціал, методичний підхід, теорія нечіткої логіки, множина, оцінювання.

*Дончак Л.Г., Бойкивская Г.Н., Лысюк С.П.*

## **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ**

В статье предложен и обоснован методический подход к оценке уровня кадрового потенциала предприятия на основе использования математического аппарата теории нечеткой логики. Это позволяет учесть совокупность как количественных, так и качественных показателей, влияющих на систему управления персоналом на предприятии и позволяет получать достоверную информацию для своевременного принятия соответствующих управленческих решений по гибкости кадрового потенциала предприятия к неблагоприятному внутреннему или внешнему воздействиям.

**Ключевые слова:** кадровый потенциал, методический подход, теория нечеткой логики, множество, оценка.

*Donchak L.G., Boikivska G.M., Lysyuk S.P.*

## **METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATION OF THE LEVEL OF HUMAN RESOURCES OF THE ENTERPRISE**

The article proposes and substantiates a methodical approach to assessing the level of human resources of the enterprise based on the use of the mathematical apparatus of the theory of fuzzy logic. This makes it possible to take into account a set of both quantitative and qualitative indicators that affect the personnel management system in the enterprise and allows to obtain reliable information for timely management decisions on the flexibility of human resources to adverse internal or external influences.

**Keywords:** personnel potential, methodical approach, theory of fuzzy logic, set, estimation.

**Постановка проблеми.** Високий рівень інформатизації, реалізація новітніх інноваційних технологій, сучасні трансформаційні перетворення та чимало інших чинників обумовлюють постійний пошук нових підходів до формування, управління, оцінювання персоналу організації. Одним із завдань ефективної системи управління персоналом підприємства є оцінка його кадрового потенціалу. Таке оцінювання дасть змогу визначити ступінь використання кадрового потенціалу підприємства та виявити потенційні можливості його розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Окремі питання формування, оцінювання та розвитку кадрового потенціалу висвітленні в працях таких вчених, як В.М. Гриньової, Г.І. Писаревської, О.С. Федоніна, І.М. Рєпіної, О.І. Олексюка, В.В. Безсмертної, Н.С. Краснокутської, Е.В. Маслова, Н.Л. Гавкалова, Л.В. Балабанова, В.М. Мельника та інших. Напрацювання цих та багатьох інших науковців стали вагомим внеском та основою подальшого дослідження кадрового потенціалу.

Проте, в економічній літературі немає єдиної думки щодо оцінювання кадрового потенціалу. Одні автори дають перевагу кількісним показникам,

інші – якісним; одні вважають за доцільне розглядати одиничні показники, інші – інтегральні. Варто зазначити, що кожен автор, досліджуючи оцінювання кадрового потенціалу, залишив в літературі свій підхід, метод, обґрунтування тощо.

**Мета статті.** Метою статті є розробка математичної моделі оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства на основі теорії нечітких множин та лінгвістичної змінної, яка дає можливість врахувати як кількісні так і якісні параметри.

**Виклад основного матеріалу.** Людський фактор на підприємстві був, є й надалі залишається одним з основних чинників успішного його функціонування. Тому правильний та обґрунтований вибір сукупності показників діяльності працівників є важливим етапом процесу оцінювання кадрового потенціалу.

Слід зазначити, що оцінювання рівня кадрового потенціалу – це комплексна оцінка поточного стану та потенційних можливостей діяльності працівників підприємства, що дає змогу усунути виявлені недоліки в роботі системи управління персоналом шляхом своєчасного прийняття відповідних управлінських рішень та сприяє ефективному функціонуванню суб'єкта господарювання. З цією метою доцільно розробити методичний підхід до оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства, який передбачає побудову математичної моделі на основі застосування теорії нечітких множин та лінгвістичної змінної, що дає змогу врахувати сукупність кількісних та якісних показників, що задані нечіткими висловлюваннями.

Застосування математичної моделі на основі нечіткої логіки при оцінюванні рівня кадрового потенціалу підприємства пояснюється тим, що існує чимало показників оцінки діяльності працівників, які не має можливості чітко формалізувати, через що переважають висновки експертів, зроблені в лінгвістичній формі. Зокрема, такі показники передбачають знання, вміння, навички в тій чи іншій сфері діяльності, рівень освіти, комунікабельність, особистісні якості, здібність до співпраці, креативність,

ініціативність, здатність до інновацій тощо. Адже, для такої оцінки необхідний індивідуальний підхід до кожного працівника окремо. Проте, загальна об'єктивна оцінка потенціалу кожного працівника та підприємства загалом дасть змогу визначити подальші основні напрями роботи з персоналом на підприємстві [1, с. 90].

Варто зазначити, що теорія нечіткої логіки (або нечітка технологія, або теорія нечітких множин) – це сукупність теоретичних основ, методів, алгоритмів, процедур і програмних засобів, які базуються на використанні нечітких висновків і оцінок експертів з тих чи інших питань [2-3].

Механізм реалізації математичного апарату теорії нечіткої логіки та основні його положення висвітлені в багатьох працях [2-8].

Оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства складається з послідовних етапів:

1. Вибір і обґрунтування показників оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства та визначення діапазону їх зміни.

На основі аналізу існуючих методичних підходів до оцінювання кадрового потенціалу підприємства, було виокремлено систему показників та, шляхом експертного оцінювання, підтверджено доцільність використання даних показників в подальших дослідженнях. Запропоновану сукупність показників доцільно класифікувати за чотирима проміжними вихідними змінами, а саме: рівень професійно-кваліфікаційного потенціалу, рівень фізичного та психологічного потенціалу, рівень ефективності системи управління персоналом на підприємстві та рівень зовнішнього сприяння.

Відповідно до теорії нечіткої логіки, задача оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства з математичної точки зору матиме вигляд:

$$Y = \{X_1, X_2, X_3, X_4\} \rightarrow d \in D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5\}, \quad (1)$$

де  $Y$  – множина параметрів рівня кадрового потенціалу підприємства;

$D$  – множина можливих рівнів кадрового потенціалу підприємства.

Отже, набір  $X$  параметрів для оцінювання рівня кадрового потенціалу

підприємства складається з таких груп показників:

$X_1$  – рівень професійно-кваліфікаційного потенціалу працівників підприємства;

$X_2$  – рівень фізичного та соціально-психологічного потенціалу працівників підприємства;

$X_3$  – рівень ефективності системи управління персоналом на підприємстві;

$X_4$  – рівень зовнішнього сприяння кадрового потенціалу підприємства;

На основі розрахованих значень груп показників проводиться визначення рівня кадрового потенціалу на підприємстві:

$$Y = f_Y(X_1, X_2, X_3, X_4) \quad (2)$$

Як зазначалось вище, кожна з вказаних груп містить набір показників, що входять до неї. Так, рівень професійно-кваліфікаційного потенціалу працівників підприємства матиме наступний вигляд:

$$X_1 = f_1(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}), \quad (3)$$

де  $X_{11}$  – рівень задоволеності працівників;

$X_{12}$  – коефіцієнт підвищення кваліфікації працівників;

$X_{13}$  – досвід роботи;

$X_{14}$  – показник освіти;

$X_{15}$  – рівень виконання посадових обов'язків;

$X_{16}$  – рівень знань та професійних навичок;

$X_{17}$  – професіоналізм.

Рівень фізичного та соціально-психологічного потенціалу працівників підприємства охоплює такі параметри, які впливають на нього:

$$X_2 = f_2(X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29}, X_{210}, X_{211}, X_{212}), \quad (4)$$

де  $X_{21}$  – морально-психологічний клімат в колективі;

$X_{22}$  – відповідальність;

$X_{23}$  – ініціативність;

$X_{24}$  – дисциплінованість;

$X_{25}$  – рівень загальної культури;

$X_{26}$  – комунікабельність;

$X_{27}$  – стан здоров'я;

$X_{28}$  – працездатність;

$X_{29}$  – стресостійкість;

$X_{210}$  – здатність приймати рішення;

$X_{211}$  – здатність працювати в команді;

$X_{212}$  – емоційна стабільність.

Сукупність вхідних параметрів, які характеризують рівень ефективності системи управління персоналом на підприємстві матиме вигляд:

$$X_3 = f_3(X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}, X_{310}, X_{311}, X_{312}) \quad (5)$$

де  $X_{31}$  – вік працівників;

$X_{32}$  – коефіцієнт плинності;

$X_{33}$  – продуктивність праці;

$X_{34}$  – коефіцієнт обороту за прийомом;

$X_{35}$  – коефіцієнт обороту за вибуттям;

$X_{36}$  – коефіцієнт заповнення працівників;

$X_{37}$  – середньооблікова чисельність працівників;

$X_{38}$  – рівень інформаційного забезпечення працівників;

$X_{39}$  – рівень нормативно-правового забезпечення діяльності працівників;

$X_{310}$  – ступінь складності праці;

$X_{311}$  – рівень середньої заробітної плати;

$X_{312}$  – ефективність мотиваційного механізму підприємства.

Рівень зовнішнього сприяння кадрового потенціалу підприємства характеризується наступними показниками:

$$X_4 = f_4(X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44}), \quad (6)$$

де  $X_{41}$  – рівень соціально-демографічного розвитку;

$X_{42}$  – стан ринку праці;

$X_{43}$  – рівень освіти населення;

$X_{44}$  – купівельна спроможність населення.

Наступний етап побудови моделі передбачає оцінку лінгвістичних показників, які впливають на рівень кадрового потенціалу, за допомогою системи якісних термів. Так, нами було складено систему оціночних якісних термів для лінгвістичних змінних, представлену в табл. 1.

Оцінювання кількісних показників запропоновано здійснювати на основі даних діяльності підприємств певної галузі чи регіону, а для якісних – бальну шкалу оцінок від «1» до «10» балів.

Таблиця 1

### Лінгвістична оцінка вхідних параметрів

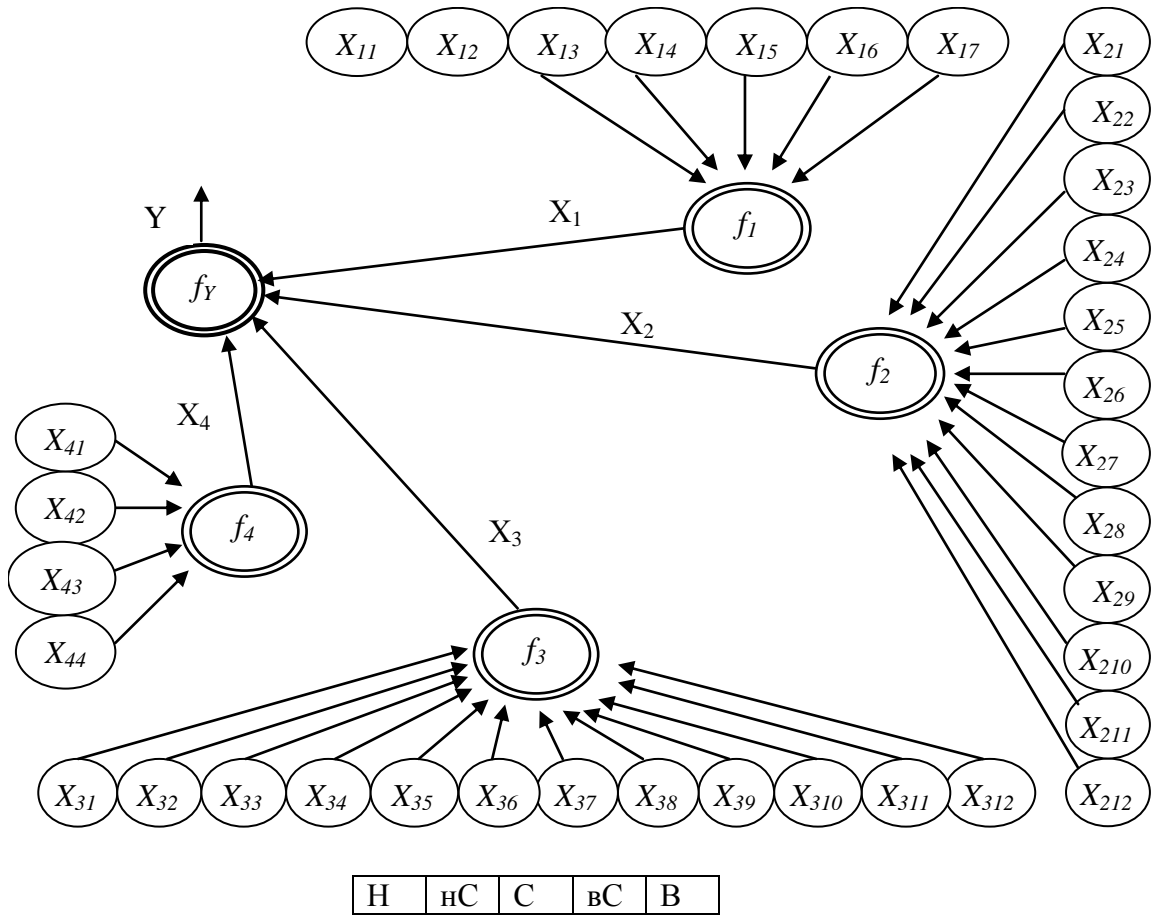
	Позначення й назва вхідного параметра (змінної)	Діапазон зміни вхідного параметра	Терми для оцінювання вхідних параметрів
1	2	3	4
X <sub>1</sub> – рівень професійно-кваліфікаційного потенціалу працівників	X <sub>11</sub> – рівень задоволеності працівників;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	X <sub>12</sub> – коефіцієнт підвищення кваліфікації працівників;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	X <sub>13</sub> – досвід роботи;	1...10 балів	недостатній (Нд); задовільний (Зд); достатній (Д)
	X <sub>14</sub> – показник освіти;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	X <sub>15</sub> – рівень виконання посадових обов'язків;	1...10 балів.	низький (Н); середній (С); високий (В)
	X <sub>16</sub> – рівень знань та професійних навичок;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	X <sub>17</sub> – рівень професіоналізму;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
X <sub>2</sub> – рівень фізичного та соціально-психологічного потенціалу працівників	X <sub>21</sub> – морально-психологічний клімат в колективі;	1...10 балів	несприятливий (нСп); частково сприятливий (чС); сприятливий (С)
	X <sub>22</sub> – відповідальність;	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	X <sub>23</sub> – ініціативність;	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	X <sub>24</sub> – дисциплінованість;	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	X <sub>25</sub> – рівень загальної культури;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	X <sub>26</sub> – комунікабельність;	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	X <sub>27</sub> – стан здоров'я;	1...10 балів	недостатній (Нд); задовільний (Зд); достатній (Д)
	X <sub>28</sub> – працездатність;	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	X <sub>29</sub> – стресостійкість;	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	X <sub>210</sub> – здатність приймати рішення;	1...10 балів	низький (Н); задовільний (ЗД); високий (В)

	$X_{211}$ – здатність працювати в команді;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{212}$ – емоційна стабільність.	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
Х <sub>3</sub> – рівень ефективності системи управління персоналом підприємства	$X_{31}$ – вік працівників;	18 – 70 років	молодий (М); середній (С); похилий (П)
	$X_{32}$ – коефіцієнт плинності;	0 – 0,1 у.о.	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{33}$ – продуктивність праці;	4...550 тис.грн	низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{34}$ – коефіцієнт обороту за прийомом;	0 – 0,5 у.о.	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{35}$ – коефіцієнт обороту за вибуттям;	0 – 0,5 у.о.	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{36}$ – коефіцієнт заповнення працівників;	0 – 3 у.о.	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{37}$ – середньооблікова чисельність працівників;	20 – 800 чол.	низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{38}$ – рівень інформаційного забезпечення працівників;	1...10 балів	низький (Н); задовільний (ЗД); високий (В)
	$X_{39}$ – рівень нормативно-правового забезпечення діяльності працівників;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В))
	$X_{310}$ – ступінь складності праці;	1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{311}$ – рівень середньої заробітної плати;	3 – 20 тис. грн.	низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{312}$ – ефективність мотиваційного механізму підприємства.	1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)
	Х <sub>4</sub> – рівень зовнішнього сприяння капітального	$X_{41}$ – рівень соціально-демографічного розвитку;	1...10 балів
$X_{42}$ – стан ринку праці;		1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
$X_{43}$ – рівень освіти населення;		1...10 балів	низький (Н); середній (С); високий (В)
$X_{44}$ – купівельна спроможність населення.		1...10 балів	низька (Н); середня (С); висока (В)

Джерело: власна розробка авторів.

2. Побудова дерева нечіткого логічного висновку (ієрархічний зв'язок вибраних параметрів). Зв'язок зазначених вище параметрів оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства представлено у вигляді дерева логічного висновку, яке базується на побудові чотирьох проміжних вихідних параметрів, наведених на рис. 1. Дерево висновку – це побудова вхідних параметрів моделі та їх зв'язків, що впливають на кінцевий результат.





**Рис. 1. Дерево логічного висновку рівня кадрового потенціалу підприємства**

Джерело: власна розробка авторів.

3. Побудова функцій належності нечітких оцінок (фазифікація). Даний етап модулювання оцінки кадрового потенціалу підприємства передбачає вибір методу побудови функцій належності, що дасть змогу формалізувати нечіткими множинами кожен з термів, якими оцінюються лінгвістичні параметри. Експертами було оцінено вибрану сукупність вхідних параметрів нечіткими висловлюваннями. Нечітка множина, за допомогою якої формалізується терм  $F$ , є сукупність пар:

$$F = \frac{\mu_F(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_F(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_F(u_n)}{u_n}, \tag{7}$$

де  $(u_1, u_2, \dots, u_n) = U$  – універсальна множина, на якій задається нечітка множина  $F \in U$ ;

$\mu_F(u_i)$  – ступінь належності елемента  $u_i \in U$  до нечіткої множини  $F$  [9].

Невідому функцію належності складає сукупність значень  $\mu_F(u_i)$  для всіх  $i = \overline{1, n}$ , яку необхідно визначити. Метод розв'язання цієї задачі базується на ідеї розподілу ступенів належності універсальної множини відповідно до її рангів.

Рангом елемента називають число  $r_F(u_i)$ , яке характеризується значимістю цього елемента у формуванні властивості, що описується нечіткими термами  $\tilde{F}$ . Чим вищий ранг елемента, тим вищий ступінь його належності.

Тоді правило розподілу ступенів належності, при умові нормування ( $\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n = 1$ ), можна задати співвідношенням:

$$\frac{\mu_1}{r_1} = \frac{\mu_2}{r_2} = \dots = \frac{\mu_n}{r_n} \quad (8)$$

Ступені приналежності  $\mu_F(u_i)$  елементів множини до нечіткого терму  $\tilde{F}$  визначають за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= \left( 1 + \frac{r_2}{r_1} + \frac{r_3}{r_1} + \dots + \frac{r_n}{r_1} \right)^{-1} \\ \mu_2 &= \left( \frac{r_1}{r_2} + 1 + \frac{r_3}{r_2} + \dots + \frac{r_n}{r_2} \right)^{-1} \\ &\dots\dots\dots \\ \mu_n &= \left( \frac{r_1}{r_n} + \frac{r_2}{r_n} + \frac{r_3}{r_n} + \dots + 1 \right)^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

За формулами (9) ступені належності  $\mu_F(u_i)$  кожного елементу множини до відповідного нечіткого терму знаходять за відносними оцінками рангів  $\frac{r_i}{r_j} = a_{ij}$ ,  $j = \overline{1, n}$ , які утворюють матрицю:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{r_2}{r_1} & \frac{r_3}{r_1} & \dots & \frac{r_n}{r_1} \\ & r_1 & r_1 & \dots & r_1 \\ \frac{r_1}{r_2} & 1 & \frac{r_3}{r_2} & \dots & \frac{r_n}{r_2} \\ r_2 & & r_2 & \dots & r_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{r_1}{r_n} & \frac{r_2}{r_n} & \frac{r_3}{r_n} & \dots & 1 \\ r_n & r_n & r_n & \dots & r_n \end{bmatrix} \quad (10)$$

Особливостями матриці є:

– діагональна, тобто  $a_{ii} = 1, i = \overline{1, n}$ ; елементи матриці, які симетричні відносно головної діагоналі, зв'язані залежністю:  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ;

– транзитивна, тобто  $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$ , оскільки  $\frac{r_i}{r_k} \cdot \frac{r_k}{r_j} = \frac{r_i}{r_j}$ , дають можливість,

знайшовши елементи однієї строки, визначити елементи усіх інших.

Використовуючи алгоритм моделювання на базі нечіткої логіки, будуються функції належності вхідних параметрів оцінки рівня кадрового потенціалу. Так, для лінгвістичної змінної  $X_{II}$  – «рівень задоволеності працівників» універсальною множиною є [1...10 балів]. Для оцінки пропонуємо використовувати такі нечіткі терми: Н – низький; С – середній; В – високий. Матриці для кожного терму сформовано в табл. 2, де за формулою (10) було знайдено окремі належності  $u_1, u_2, u_3$ .

Таблиця 2

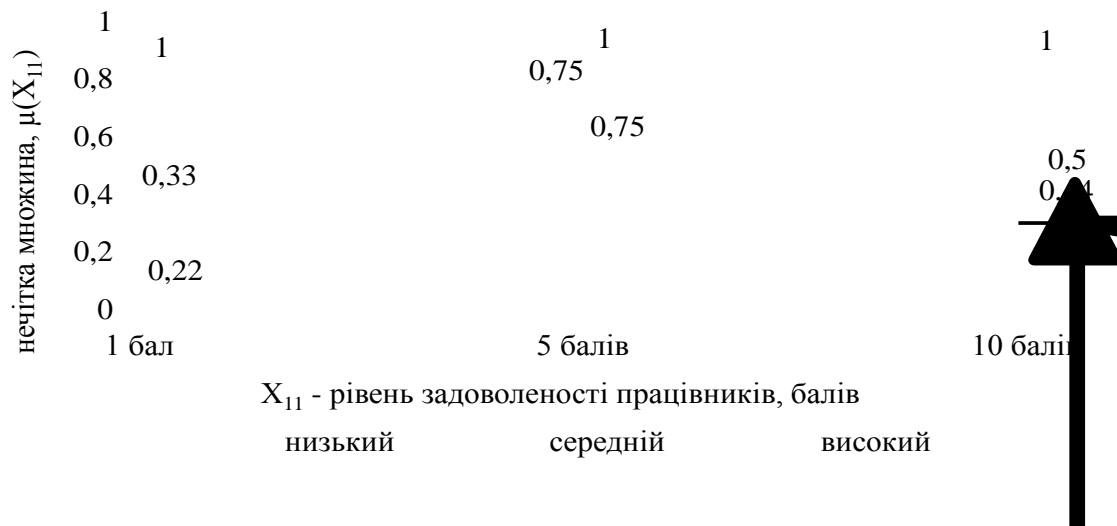
**Матриці парних порівнянь та ступенів належності для вхідної змінної  $X_{II}$  – «рівень задоволеності працівників»**

Терми для оцінки	Матриця парних порівнянь				Ступені належності
низький		u1	u2	u3	$\mu(u_1) = \frac{1}{1 + 6/8 + 4/8} = 0,44$ $\mu(u_2) = \frac{1}{8/6 + 1 + 3/5} = 0,35$ $\mu(u_3) = \frac{1}{8/4 + 5/3 + 1} = 0,21$
	u1	1	6/8	4/8	
	u2	8/6	1	3/5	
	u3	8/4	5/3	1	
середній		u1	u2	u3	$\mu(u_1) = \frac{1}{1 + 9/3 + 6/2} = 0,14$ $\mu(u_2) = \frac{1}{3/9 + 1 + 4/9} = 0,56$
	u1	1	9/3	6/2	
	u2	3/9	1	4/9	
	u3	2/6	9/4	1	

		$\mu(u_3) = \frac{1}{2/6 + 9/4 + 1} = 0,35$															
високий		$\mu(u_1) = \frac{1}{1 + 7/9 + 8/2} = 0,21$															
		$\mu(u_2) = \frac{1}{9/7 + 1 + 8/6} = 0,28$															
		$\mu(u_3) = \frac{1}{2/9 + 6/8 + 1} = 0,51$															
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>u1</td> <td>u2</td> <td>u3</td> </tr> <tr> <td>u1</td> <td>1</td> <td>7/9</td> <td>9/2</td> </tr> <tr> <td>u2</td> <td>9/7</td> <td>1</td> <td>8/6</td> </tr> <tr> <td>u3</td> <td>2/9</td> <td>6/8</td> <td>1</td> </tr> </table>		u1	u2	u3	u1	1	7/9	9/2	u2	9/7	1	8/6	u3	2/9	6/8	1
	u1	u2	u3														
u1	1	7/9	9/2														
u2	9/7	1	8/6														
u3	2/9	6/8	1														

Джерело: власна розробка авторів за даними підприємств – об'єктів дослідження.

Графічно функції належності для лінгвістичної змінної «рівень задоволеності працівників» зображено на рис. 3.



**Рис. 3. Функції належності для вхідного параметру «рівень задоволеності працівників»**

Джерело: власна розробка авторів за даними підприємств – об'єктів дослідження.

Відповідно до даної методики було визначено матриці парних порівнянь та ступенів належності моделі, а також побудовані функції належності для інших лінгвістичних змінних параметрів.

4. Створення бази знань та побудова нечітких логічних рівнянь. При моделюванні кадрового потенціалу підприємства використані нечіткі логічні рівняння. Кожному нечіткому рівнянню передують база знань, що передбачає врахування думок компетентних експертів.

Оцінка основної вихідної змінної, рівня кадрового потенціалу

підприємства ( $Y$ ) та проміжних вихідних змінних ( $X_1 - X_4$ ) виконується з використанням системи терм-множини: < низький >; < нижче середнього >; < середній >; < вище середнього >; < високий >.

Отже, нечітка матриця знань, яка використовується для моделювання залежності (2) наведена в табл. 3.

Таблиця 3

### База знань про рівень інвестиційної активності підприємства

Вхідні параметри (змінні)				Вихідна змінна
ЯКЩО				ТО
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$Y$
H	H	H	H	низька (H)
H	hC	H	hC	
hC	H	hC	H	
H	hC	hC	H	
H	H	H	hC	
hC	hC	H	hC	нижче середньої (hC)
H	hC	hC	hC	
hC	hC	hC	hC	
hC	C	hC	C	
hC	C	C	hC	
C	C	hC	C	середня (C)
C	hC	C	C	
C	C	C	C	
C	C	C	hC	
вC	вC	C	C	
вC	вC	C	C	вище середньої (вC)
C	вC	C	вC	
вC	вC	вC	вC	
B	вC	вC	вC	
вC	B	вC	вC	
вC	B	вC	B	висока (B)
B	B	вC	вC	
вC	вC	B	B	
B	вC	B	B	
B	B	B	B	

Джерело: власні дослідження за даними експертів.

Наведеним в табл. 3 лінгвістичним висловлюванням відповідає система нечітких логічних рівнянь, які мають вигляд:

$$\begin{aligned} \mu^H(Y) = & \mu^H(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \vee \mu^H(X_1) \cdot \mu^{hC}(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{hC}(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{hC}(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^{hC}(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \vee \mu^H(X_1) \cdot \mu^{hC}(X_2) \cdot \mu^{hC}(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \vee \\ & \vee \mu^H(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{hC}(X_4) \vee \end{aligned}$$

(11)

$$\begin{aligned} \mu^H(Y) = & \mu^{nC}(X_1) \cdot \mu^{nC}(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{nC}(X_4) \vee \mu^H(X_1) \cdot \mu^{nC}(X_2) \cdot \mu^{nC}(X_3) \cdot \mu^{nC}(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{nC}(X_1) \cdot \mu^{nC}(X_2) \cdot \mu^{nC}(X_3) \cdot \mu^{nC}(X_4) \vee \mu^{nC}(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^{nC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{nC}(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^{nC}(X_4) \vee \end{aligned}$$

(12)

$$\begin{aligned} \mu^H(Y) = & \mu^C(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^{nC}(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^{nC}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \vee \\ & \vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^{nC}(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{6C}(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \vee \end{aligned}$$

(13)

$$\begin{aligned} \mu^H(Y) = & \mu^{6C}(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^{6C}(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{6C}(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^{6C}(X_3) \cdot \mu^{6C}(X_4) \vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^{6C}(X_3) \cdot \mu^{6C}(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{6C}(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^{6C}(X_3) \cdot \mu^{6C}(X_4) \vee \end{aligned}$$

(14)

$$\begin{aligned} \mu^H(Y) = & \mu^{6C}(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^{6C}(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^{6C}(X_3) \cdot \mu^{6C}(X_4) \vee \\ & \vee \mu^{6C}(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^B(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^{6C}(X_2) \cdot \mu^B(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \vee \\ & \vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^B(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \vee \end{aligned}$$

(15)

У цих багатопараметричних функціях знак « $\vee$ » – логічна операція «АБО» а « $\cdot$ » – логічна операція «І». При розрахунку вихідних параметрів з логічного запису усіх функцій належності, що об'єднані операцією І ( $\cdot$ ), обирається мінімальне значення, а серед усіх функцій належності, що об'єднані операцією АБО ( $\vee$ ) – максимальне значення.

Для решти двох проміжних вихідних параметрів оцінки рівня кадрового потенціалу підприємства бази знань були знайдені аналогічним чином.

5. Дефазифікація. Завершаючим етапом розробки моделі є процес дефазифікації – перетворення нечіткої (fuzzy) інформації в чітку форму. Існують різні методи дефазифікації, серед яких найбільш поширеним є знаходження «центра ваги» плоскої фігури, яка обмежена функцією належності нечіткої множини та горизонтальною координатою [7].

Дефазифікація за даним методом дає кількісну оцінку рівня кадрового потенціалу підприємства при заданих значеннях факторів впливу.

Відповідно до цього методу дефазифікація дає можливість отримати кількісну оцінку рівня кадрового потенціалу підприємства при заданих значеннях факторів впливу:

$$P_{КП}^* = (X_1^*, X_2^*, X_3^*, X_4^*) = \frac{\sum_{i=1}^n P_{КП}^{d_i} \cdot \mu_{d_i}(P_{КП})}{\sum_{i=1}^n \mu_{d_i}(P_{КП})}, \quad (16)$$

де  $n$  – кількість нечітких термів для оцінки змінної  $P_{КП}$ ;  $d_i$  – назва  $i$ -го терму,  $i = \overline{1,1}$ ;  $\mu_{d_i}(P_{КП})$  – ступінь належності рівня кадрового потенціалу до терму  $d_i$ .

Отже, якісна оцінка рівня кадрового потенціалу підприємства матиме наступний вигляд:

$$P_{ІАП} = (X_1, X_2, X_3, X_4) = \left\{ \frac{\mu^{d_1}(P_{КП})}{q_1}, \frac{\mu^{d_2}(P_{КП})}{q_2} \dots \frac{\mu^{d_m}(P_{КП})}{q_n} \right\}, \quad (17)$$

де  $q_i$  – кількісне значення, яке відповідає терму  $d_i$ .

Виходячи з обраного методу дефазифікації (центр ваги), нечіткій множині відповідає така кількісна оцінка рівня кадрового потенціалу підприємства:

$$P_{КП} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{P_{КП}}{n-1} + (i-1) \frac{\overline{P_{КП}} - P_{КП}}{n-1} \right] \mu_{d_i}(P_{КП})}{\sum_{i=1}^n \mu_{d_i}(P_{КП})}, \quad (18)$$

де  $\frac{P_{ІАП}(\overline{P_{ІАП}})}$  – найменше (найбільше) значення рівня кадрового потенціалу підприємства.

В даному випадку, для вимірювання рівня кадрового потенціалу прийнято використовувати відносні одиниці, де  $\frac{P_{КП}}{n-1} = 0$ ,  $\overline{P_{КП}} = 1$ .

**Висновки.** Отже, запропонований методичний підхід до оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства, побудований на основі використання математичного апарату теорії нечіткої логіки, дає змогу

врахувати сукупність як кількісних, так і якісних показників, які впливають на діяльність працівників підприємства та дозволяє отримувати достовірну інформацію для своєчасного прийняття відповідних управлінських рішень щодо гнучкості кадрового потенціалу в умовах нестабільного ринкового середовища.

### Список використаних джерел

1. Бойківська Г.М., Дончак Л.Г. Механізм формування кадрового потенціалу підприємства. *Інфраструктура ринку*. 2019. Випуск 28. С. 88-93. URL : [http://www.market-infr.od.ua/journals/2019/28\\_2019\\_ukr/15.pdf](http://www.market-infr.od.ua/journals/2019/28_2019_ukr/15.pdf)
2. Ротштейн А. П., Штовба С. Д. Нечеткая надежность алгоритмических процессов. Винница : Континент, 1997. 142 с.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. Москва : Мир, 1976. 167 с.
4. Дубовой В. М., Ковалюк О. О. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 185 с.
5. Kozlovskyi S., Petrunenko I., Baidala V., Myronchuk V., Kulinic T. Assessment of public welfare in Ukraine in the context of the COVID-19 pandemic and economy digitalization. *Problems and Perspectives in Management*. 2021. Volume 19, Issue 1, pp. 416-431
6. Козловський С. В., Мазур Г.Ф. Моделювання та прогнозування рівня державного стимулювання агропромислового виробництва в Україні на основі теорії нечіткої логіки. *Економіка та держава*. 2017. № 9. С. 8-15. URL : [http://www.economy.in.ua/pdf/9\\_2017/4.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/9_2017/4.pdf)
7. Ротштейн О. П., Штовба С. Д., Козачко О. М. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних ритмічних процесів. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. 211 с.
8. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2. The MathWorks, Ins. 1999.
9. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. 320 с.

### References

1. Boikivska, G.M., & Donchak, L.G. (2019) The mechanism of formation of personnel potential of the enterprise. *Market Infrastructure*, 28, 88-93. Retrieved from: [http://www.market-infr.od.ua/journals/2019/28\\_2019\\_ukr/15.pdf](http://www.market-infr.od.ua/journals/2019/28_2019_ukr/15.pdf) [in Ukrainian]
2. Rotshtein, A. P., & Shtovba, S. D. (1997) *Fuzzy reliability of algorithmic processes*. Vinnytsja: Kontynent [in Russian]



3. Zade, L. (1976) *The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions*. Moscow: Mir [in Russian]
4. Dubovoi, V. M., & Kovaliuk, O. O. (2008) *Models of decision-making in the management of distributed dynamic systems*. Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia [in Ukrainian]
5. Kozlovskiy, S., Petrunenko, I., Baidala, V., Myronchuk, V., & Kulnic, T. (2021) Assessment of public welfare in Ukraine in the context of the COVID-19 pandemic and economy digitalization. *Problems and Perspectives in Management*, 19, 1, 416-431. [in English]
6. Kozlovskiy, S. V., & Mazur, H.F. (2017) Modeling and forecasting the level of state incentives for agro-industrial production in Ukraine based on the theory of fuzzy logic. *Ekonomika ta derzhava*, 9, 8-15. Retrieved from: [http://www.economy.in.ua/pdf/9\\_2017/4.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/9_2017/4.pdf) [in Ukrainian]
7. Rotshtein, O. P., Shtovba, S. D., & Kozachko, O. M. (2007) *Modeling and optimization of reliability of multidimensional rhythmic processes*. Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia [in Ukrainian]
8. *Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2*. (1999) The MathWorks, Ins. [in English]
9. Rotshtein, A. P. (1999) *Intelligent identification technologies: fuzzy logic, genetic algorithms, neural networks*. Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia [in Ukrainian]

*Дончак Л.Г. (ORCID ID 0000-0003-1764-872X)* – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки, обліку та оподаткування Вінницького навчально-наукового інституту економіки Західноукраїнського національного університету (м. Вінниця).

*Бойківська Г.М. (ORCID ID 0000-0002-9978-7514)* – кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту персоналу та адміністрування Навчально-наукового інституту економіки та менеджменту Національного Університету «Львівська політехніка» (м. Львів).

*Лисюк С.П.* – старший викладач кафедри фізичного виховання та ЛФК Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова (м. Вінниця).