

## Моделювання ефективності внутрішнього економічного механізму плодоовочевого підприємства

Теоретичні аспекти функціонування внутрішнього економічного механізму підприємства, які знайшли відображення в періодичних і наукових виданнях вузького кола науковців, таких як М.Г. Грещак, О.М. Гребешкова, Г.В. Стадник, Л.Г. Чеканова, І.І. Килимник, В.І. Торкатюк, І.І. Цигилик, П.В. Круш та інші, й аналіз стану його в підприємствах плодоовочевого сектору Вінницької області дає підстави вважати дану проблему мало дослідженою. Зокрема, відсутній єдиний підхід до оцінки ефективності внутрішнього економічного механізму (ЕВЕМ) підприємства в умовах нинішньої невизначеності, який би враховував різні параметри, що впливають на неї, а також сприяв швидкому та адекватному реагуванню на зовнішні й внутрішні зміни.

Метою статті є розробка математичної моделі оцінки ЕВЕМ плодоовочевого підприємства на основі теорії нечітких множин і лінгвістичної змінної, яка дає можливість врахувати як кількісні, так і якісні параметри.

Моделювання ЕВЕМ плодоовочевого підприємства складається з наступних послідовних етапів: 1) вибір та обґрунтування вхідних параметрів (змінних) і визначення діапазону їх зміни; 2) побудова дерева нечіткого логічного висновку (ієрархічний зв'язок вибраних параметрів); 3) побудова функцій належності нечітких оцінок (фазифікація); 4) створення бази знань у вигляді експертних висловлювань про зв'язки нечітких термів вхідних та вихідних лінгвістичних змінних; 5) побудова на основі створеної бази знань нечітких логічних рівнянь; 6) перетворення нечіткої інформації в чітку форму (дефазифікація).

ЕВЕМ підприємства можна описати великою кількістю факторів, що впливають на

його рівень. Найвпливовіші, на нашу думку, вхідні змінні ефективності ВЕМ пропонуємо класифікувати за шістьма проміжними вихідними параметрами діяльності підрозділів підприємства:  $X_1$  – рівень нормування;  $X_2$  – рівень планування;  $X_3$  – рівень обліку;  $X_4$  – рівень підведення підсумків діяльності;  $X_5$  – рівень стимулювання та матеріальної відповідальності працівників підприємства;  $X_6$  – рівень зовнішнього сприяння на ВЕМ підприємства;  $X_7$  – коефіцієнт адаптивності ВЕМ підприємства.

Аналіз теорії нечіткої логіки дає підстави стверджувати, що в нашому випадку задача оцінювання рівня ЕВЕМ плодоовочевого підприємства з математичної точки зору має вигляд:

$$Y = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7\} \rightarrow d \in D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5\}, \quad (1)$$

де  $Y$  – множина параметрів ЕВЕМ підприємства.

Зокрема, кожна з вказаних груп містить набір показників, що входять у групу:

$$X_1 = f_1(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}), \quad (2)$$

де  $X_{11}$  – рівень нормування праці підрозділів;  $X_{12}$  – рівень нормування матеріальних ресурсів;  $X_{13}$  – ступінь прогресивності нормативної бази;  $X_{14}$  – коефіцієнт виконання встановлених норм і нормативів;

$$X_2 = f_2(X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}), \quad (3)$$

де  $X_{21}$  – виробнича програма підрозділів;  $X_{22}$  – коефіцієнт використання виробничої потужності підрозділів;  $X_{23}$  – індекс сезонності виробництва;  $X_{24}$  – забезпеченість сировинною базою;  $X_{25}$  – самостійність діяльності підрозділів;

$$X_3 = f_3(X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}), \quad (4)$$

де  $X_{31}$  – якість первинного обліку діяльності підрозділів;  $X_{32}$  – якість поточного обліку діяльності підрозділів;  $X_{33}$  – якість під-

\* Науковий керівник – В.О. Козловський, кандидат економічних наук.

сумкового обліку діяльності підрозділів;  $X_{34}$  – матеріально-технічне забезпечення обліково-аналітичної роботи підрозділів;

$$X_4 = f_4(X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44}, X_{45}), \quad (5)$$

де  $X_{41}$  – рівень виконання плану виробництва підрозділів;  $X_{42}$  – рівень виконання запланованого кошторису витрат підрозділів;  $X_{43}$  – продуктивність праці підрозділів;  $X_{44}$  – якість продукції підрозділів;  $X_{45}$  – ритмічність виробництва підрозділів;

$$X_5 = f_5(X_{51}, X_{52}, X_{53}), \quad (6)$$

де  $X_{51}$  – форми та системи оплати праці працівників підрозділів;  $X_{52}$  – рівень матері-

ального стимулювання та матеріальної відповідальності підрозділів;  $X_{53}$  – рівень морального стимулювання підрозділів;

$$X_6 = f_6(X_{61}, X_{62}, X_{63}, X_{64}, X_{65}, X_{66}), \quad (7)$$

де  $X_{61}$  – рівень конкуренції галузі;  $X_{62}$  – попит на продукцію;  $X_{63}$  – галузеві зв'язки підприємства;  $X_{64}$  – економічна та політична ситуація в країні;  $X_{65}$  – природні умови регіону;  $X_{66}$  – купівельна спроможність населення.

Структуру нечіткої моделі ЕВЕМ плодощового підприємства представлено у вигляді дерева логічного висновку (рис. 1).

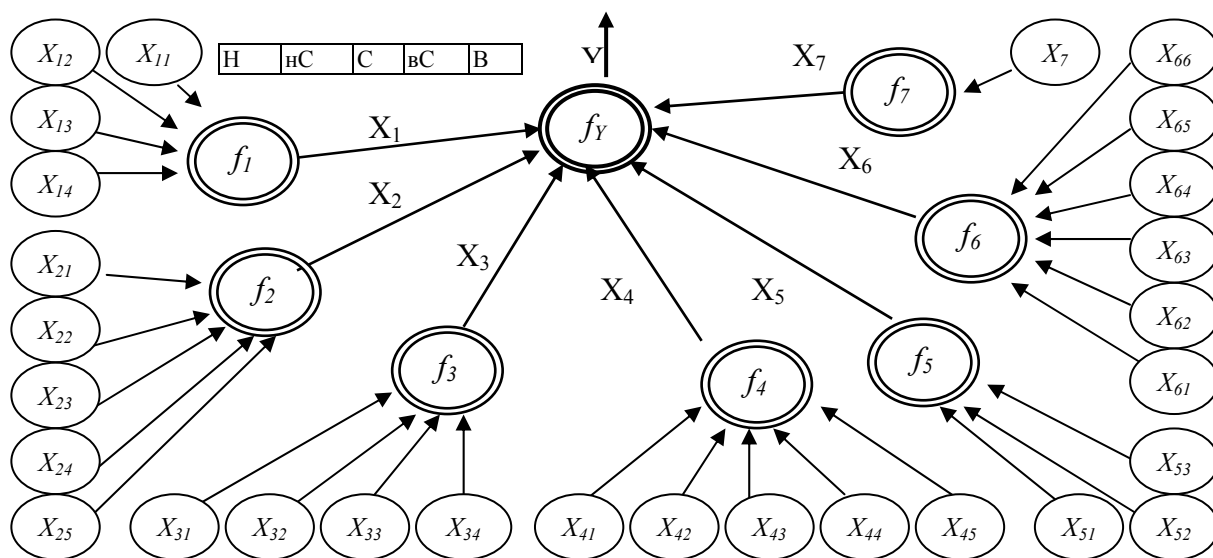


Рис. 1. Дерево нечіткого логічного висновку ЕВЕМ плодощового підприємства

На наступному етапі побудови моделі оцінюємо лінгвістичні показники, які впливають на ЕВЕМ, за допомогою системи якісних термів. Враховуючи погляди експертів-аналітиків, пропонуємо для лінгвістичних змінних систему оціночних термів, представлену в таблиці 1.

У даному випадку для кількісних показників використано дані плодощових підприємств області, а для якісних – бальну шкалу оцінок від “1” до “10” балів.

Вихідна змінна  $Y$  – рівень ЕВЕМ плодощового підприємства та проміжні вихідні параметри ( $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ ), оцінюються за такими термами  $d_1 \dots d_5$ :  $d_1$  – низька;  $d_2$  – нижче за середню;  $d_3$  – середня;  $d_4$  – вище за середню;  $d_5$  – висока.

Наступним важливим етапом розробки моделі є вибір методу побудови функцій належності. За допомогою функцій належності

кожен із термів, якими оцінюються лінгвістичні параметри, можна формалізувати нечіткими множинами. Побудова функцій належності передбачає фазифікацію нечітких оцінок факторів впливу. Тобто за допомогою експертів були задані нечіткі терми для лінгвістичної оцінки запропонованих входних параметрів. Нечітка множина, за допомогою якої формалізується терм  $F$ , є сукупність пар:

$$F = \frac{\mu_F(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_F(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_F(u_n)}{u_n}, \quad (8)$$

де  $(u_1, u_2, \dots, u_n) = U$  – універсальна множина, де задається нечітка множина  $F \in U$ ;  $\mu_F(u_i)$  – ступінь належності елемента  $u_i \in U$  до нечіткої множини  $F^1$ .

<sup>1</sup> Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ, 1999. – 320 с.

## 1. Лінгвістична оцінка вхідних параметрів

	Позначення й назва вхідного параметра (змінної)	Діапазон зміни вхідного параметра	Терми для оцінювання вхідних параметрів
$X_{11}$ – рівень нормування праці у підрозділах	$X_{11}$ – рівень нормування праці у підрозділах;	70...100 %	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{12}$ – рівень нормування матеріальних ресурсів	70...100 %	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{13}$ – ступінь прогресивності нормативної бази	1...10 балів	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{14}$ – коефіцієнт виконання встановлених норм та нормативів	0,7...1,8 у.о.	Не виконано (нВк); виконано (Вк); перевиконано (пВк)
$X_2$ – рівень планування діяльності підрозділів	$X_{21}$ – виробнича програма підрозділів (на основі укладених договорів)	80-120 %	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{22}$ – коефіцієнт використання виробничої потужності підрозділів	0,2...1 у.о.	Дуже низький (дН); низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{23}$ – індекс сезонності виробництва	70 -120 %	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{24}$ – забезпеченість сировинною базою	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{25}$ – самостійність діяльності підрозділів (ЦВ, ЦП <sub>в</sub> , ЦП <sub>р</sub> )	1...10 балів	Не самостійні (нС); частково самостійні (чС); самостійні (С)
$X_3$ – рівень обліку діяльності підрозділів	$X_{31}$ – якість первинного обліку підрозділів	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{32}$ – якість поточного обліку підрозділів	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{33}$ – якість підсумкового обліку підрозділів	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{34}$ – матеріально-технічне забезпечення обліково-аналітичної роботи підрозділів	1...10 балів	Низьке (Н); задовільне (зД); високе (В)
$X_4$ – рівень підведення підсумків діяльності підрозділів	$X_{51}$ – рівень виконання плану виробництва (у відсотках до попереднього місяця, квартала)	80...120 %	Невиконаний (нВк); виконаний (Вк); перевиконаний (пВк)
	$X_{52}$ – рівень виконання запланованого кошторису витрат підрозділів	80...120 %	Невиконаний (нВк); виконаний (Вк); перевиконаний (пВк)
	$X_{53}$ – продуктивність праці	4...550 тис.грн	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{54}$ – якість продукції	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{55}$ – ритмічність виробництва	80...100 %	Низька (Н); середня (С); висока (В)
$X_5$ – рівень стимулювання та матеріальної відповідальності	$X_{41}$ – ефективність форм і систем оплати праці	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
	$X_{42}$ – рівень матеріального стимулювання та матеріальна відповідальність	1...10 балів	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{43}$ – рівень морального стимулювання	1...10 балів	Низький (Н); середній (С); високий (В)
$X_6$ – зовнішнє сприяння на ВЕМ підприємства	$X_{61}$ – рівень конкуренції галузі	1...10 балів	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{62}$ – попит на продукцію	1...10 балів	Низький (Н); середній (С); високий (В)
	$X_{63}$ – галузеві зв'язки підприємства	1...10 балів	Негативні (Нг); стабільні (Ст); позитивні (Пз)
	$X_{64}$ – економічна та політична ситуація в країні	1...10 балів	Негативна (Нг); стабільна (Ст); позитивна (Пз)
	$X_{65}$ – природні умови регіону	1...10 балів	Несприятливі (нСп); частково сприятливі (чС); сприятливі (С)
	$X_{66}$ – купівельна спроможність населення	1...10 балів	Низька (Н); середня (С); висока (В)
$X_7$ – коефіцієнт адаптації		0,3...2	Низький (Н); нормальний (Нр); високий (В)

Невідому функцію належності становить 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. Під рангом елемента

розуміють число  $r_F(u_i)$ , яке характеризується значимістю цього елемента у формуванні властивості, що описується нечіткими термами  $\tilde{F}$ . При цьому виконується припущення, що 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<sup>1</sup>:  $\frac{\mu_1}{r_1} = \frac{\mu_2}{r_2} = \dots = \frac{\mu_n}{r_n}$ .

Ступені приналежності  $\mu_F(u_i)$  елементів множини до нечіткого терма  $\tilde{F}$ :

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

Ступені належності  $\mu_F(u_i)$  кожного елемента множини до відповідного нечіткого терма знаходять за відносними оцінками рангів  $\frac{r_i}{r_j} = a_{ij}$ ,  $i, j = \overline{1, n}$ , які утворюють матрицю:

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

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

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. Оскільки матриця може бути інтерпретована як матриця парних порівнянь рангів, то для експертної оцінки елементів користуються дев'ятибальною шкалою Сааті.

Побудова функцій належності вхідних змінних у даному випадку базується на експертній оцінці, тому фахівцями в цій галузі дослідження були оцінені вхідні параметри моделі.

Для прикладу графічно функції належності для лінгвістичної змінної "виробнича програма підрозділів" зображено на рисунку 2.

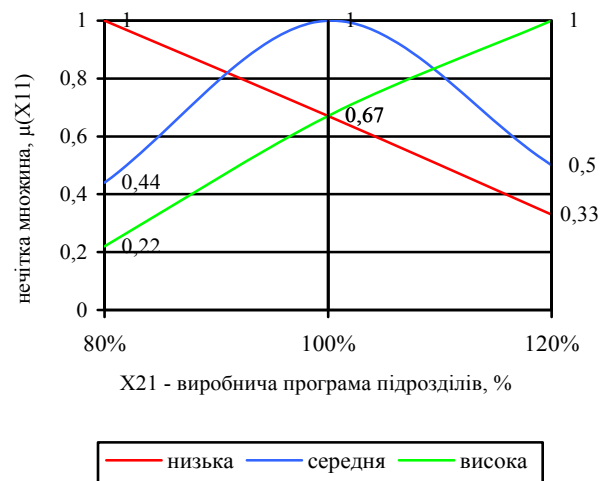


Рис. 2. Функції належності для вхідного параметра "виробнича програма підрозділів"

Далі розробка моделі потребує побудови нечіткої бази знань, яка являє собою сукупність правил ЯКЩО <входи>, ТО <вихід>, які відображають досвід експерта і його розуміння причинно-наслідкових зв'язків в аналізованій задачі прийняття рішення.

## 2. База знань про ефективність ВЕМ підприємства

Вхідні параметри (змінні)						Вихідна змінна
ЯКЩО						ТО
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	У
Н	Н	Н	Н	Н	Н	Низька (Н)
Н	нС	нС	Н	Н	нС	
нС	Н	Н	нС	Н	Н	
Н	нС	Н	Н	Н	нС	
нС	Н	Н	нС	нС	нС	Нижче середньої (нС)
нС	нС	Н	нС	нС	нС	
нС	нС	нС	нС	нС	нС	
С	нС	С	нС	нС	С	

С	С	нС	нС	С	С	Середня (С)
С	С	С	нС	С	С	
С	С	С	С	С	С	
вС	вС	С	С	вС	С	Вище середньої (вС)
вС	вС	С	С	вС	вС	
вС	вС	вС	вС	вС	С	
вС	вС	вС	вС	вС	вС	
В	вС	вС	В	В	вС	Висока (В)
В	вС	В	В	В	вС	
В	вС	вС	В	В	В	
вС	вС	В	В	В	В	
В	В	В	В	В	В	

Наведеним у таблиці 2 лінгвістичним висловлюванням відповідає система нечітких логічних рівнянь, які мають вигляд:

$\begin{aligned} \mu^H(Y) &= \mu^H(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \cdot \mu^H(X_5) \cdot \mu^H(X_6) \vee \\ &\vee \mu^H(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \cdot \mu^H(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \\ &\vee \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^H(X_5) \cdot \mu^H(X_6) \vee \\ &\vee \mu^H(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^H(X_4) \cdot \mu^H(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \end{aligned}$	$\begin{aligned} \mu^{HC}(Y) &= \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^H(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^{HC}(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \\ &\vee \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^H(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^{HC}(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \\ &\vee \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^{HC}(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \\ &\vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^{HC}(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \end{aligned}$
$\begin{aligned} \mu^C(Y) &= \mu^C(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cdot \mu^C(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \\ &\vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cdot \mu^C(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \\ &\vee \mu^C(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cdot \mu^C(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \\ &\vee \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cdot \mu^C(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \end{aligned}$	$\begin{aligned} \mu^C(Y) &= \mu^C(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^C(X_4) \cdot \mu^C(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \\ &\vee \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^C(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \\ &\vee \mu^{HC}(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^{HC}(X_4) \cdot \mu^{HC}(X_5) \cdot \mu^{HC}(X_6) \vee \\ &\vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^C(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \cdot \mu^B(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \end{aligned}$
$\begin{aligned} \mu^B(Y) &= \mu^B(X_1) \cdot \mu^C(X_2) \cdot \mu^B(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \cdot \mu^B(X_5) \cdot \mu^C(X_6) \vee \\ &\vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^{HC}(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \cdot \mu^B(X_5) \cdot \mu^B(X_6) \vee \\ &\vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^{HC}(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \cdot \mu^B(X_5) \cdot \mu^B(X_6) \vee \\ &\vee \mu^B(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^B(X_3) \cdot \mu^B(X_4) \cdot \mu^B(X_5) \cdot \mu^B(X_6) \vee \end{aligned}$	

Завершальним 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. Дефазифікація за даним методом дає кількісну оцінку EBEM плодощовочевих підприємств при заданих значеннях факторів впливу<sup>1</sup>:

$$EBEM^* = (X_1^*, X_2^*, X_3^*, X_4^*, X_5^*, X_6^*, X_7^*) = \frac{\sum_{i=1}^n EBEM^i \cdot \mu_{d_i}(EBEM)}{\sum_{i=1}^n \mu_{d_i}(EBEM)}, \quad (11)$$

де  $n$  – кількість нечітких термів для оцінки змінної EBEM;  $d_i$  – назва  $i$ -го терма,  $i = \overline{1,1}$ ;  $\mu_{d_i}(EBEM)$  – ступінь належності EBEM до терма  $d_i$

Якісну оцінку EBEM для плодощовочового підприємства одержуємо у вигляді нечіткої множини:

$$EBEM = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7) = \left\{ \frac{\mu^{d_1}(EBEM)}{q_1}, \frac{\mu^{d_2}(EBEM)}{q_2}, \dots, \frac{\mu^{d_m}(EBEM)}{q_n} \right\}, \quad (12)$$

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

Відповідно до вибраного методу дефазифікації (центр ваги) нечіткій множині відповідає така кількісна оцінка EBEM плодощовочового підприємства:

<sup>1</sup> Ратушняк Г.С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореневації будівель: навч. посібник / Г.С. Ратушняк, О.Г. Ратушняк. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. – 130 с.

$$EBEM = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \overline{EBEM} + (i-1) \frac{\overline{EBEM} - EBEM}{n-1} \right] \mu_{d_i}(EBEM)}{\sum_{i=1}^n \mu_{d_i}(EBEM)}, \quad (13)$$

де  $\overline{EBEM}(EBEM)$  – найменше (найбільше) значення EBEM.

У даному випадку для вимірювання рівня EBEM нами пропонується використовувати умовні одиниці, де  $\underline{EBEM} = 0$ ,  $\overline{EBEM} = 1$ .

Розроблений комплексний підхід оцінки EBEM на базі математичного апарату нечітких множин практично реалізований на прикладі ВАТ “Вінницька харчосмакова фабрика”. Для цього було створено в даному підприємстві групу експертів, до якої увійшли працівники відповідного господарюючого суб’єкта, які безпосередньо зв’язані з виробництвом, зокрема, керівник підприємства, економіст, бухгалтер, керівники основних та обслуговуючих підрозділів.

Окремі показники розраховували за загальновідомими в економічній літературі формулами. Це стосується таких показників, як виробнича програма підрозділів, коефіцієнт використання виробничої потужності підрозділів, індекс сезонності, рівень нормування праці й матеріальних ресурсів, рівень

виконання плану виробництва та кошторису, продуктивність праці, ритмічність виробництва. Решту показників оцінювали за 10-бальною шкалою.

На основі експертних даних і аналітичних функцій належності оцінок входних змінних для всіх термів були розраховані значення функцій належності входних параметрів. А також за допомогою розроблених раніше баз знань були знайдені значення проміжних вихідних змінних (табл. 3).

Використовуючи вище розглянуті лінгвістичні висловлювання та значення функції належності змінних  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ , знаходимо значення функції належності термів для оцінки параметра  $Y$  за формулою:

$$\mu_{d_i}(Y) = \max \left\{ \begin{array}{l} \mu(X_1), \mu(X_2), \\ \mu(X_3), \mu(X_4), \mu(X_5), \mu(X_6), \mu(X_7) \end{array} \right\}.$$

Для ВАТ “Вінницька харчосмакова фабрика” значення функції належності термів для оцінки рівня EBEM визначаються наступним чином:

$$\begin{aligned} \mu^H(Y) &= 0,5 \cdot 0,56 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 0,58 \cdot 0,67 \cdot 0,69 \vee 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,65 \cdot 0,31 \cdot 0,58 \cdot 0,78 \cdot 0,69 \vee \\ &\vee 0,44 \cdot 0,56 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 0,58 \cdot 0,78 \cdot 0,69 \vee 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 0,58 \cdot 0,67 \cdot 0,69 \vee \\ &\vee 0,44 \cdot 0,56 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 0,58 \cdot 0,78 \cdot 0,69 = 0,35 \cdot 0,31 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,35 = 0,35 \\ \mu^{HC}(Y) &= 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,65 \cdot 0,31 \cdot 0,58 \cdot 0,78 \cdot 0,69 \vee 0,44 \cdot 0,54 \cdot 0,65 \cdot 0,31 \cdot 0,58 \cdot 0,78 \cdot 0,69 \vee \\ &\vee 0,44 \cdot 0,54 \cdot 0,65 \cdot 0,31 \cdot 0,58 \cdot 0,78 \cdot 0,69 \vee 0,44 \cdot 0,67 \cdot 0,65 \cdot 0,31 \cdot 0,78 \cdot 0,55 \cdot 0,69 \vee \\ &\vee 0,44 \cdot 0,67 \cdot 0,77 \cdot 0,31 \cdot 0,58 \cdot 0,55 \cdot 0,69 = 0,31 \cdot 0,31 \cdot 0,31 \cdot 0,31 \cdot 0,31 = 0,31 \\ \mu^C(Y) &= 0,89 \cdot 0,67 \cdot 0,65 \cdot 0,63 \cdot 0,58 \cdot 0,55 \cdot 0,82 \vee 0,89 \cdot 0,67 \cdot 0,77 \cdot 0,63 \cdot 0,58 \cdot 0,55 \cdot 0,82 \vee \\ &\vee 0,89 \cdot 0,67 \cdot 0,77 \cdot 0,63 \cdot 0,78 \cdot 0,55 \cdot 0,82 \vee 0,89 \cdot 0,54 \cdot 0,77 \cdot 0,63 \cdot 0,78 \cdot 0,78 \cdot 0,82 \vee \\ &\vee 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,77 \cdot 0,56 \cdot 0,78 \cdot 0,55 \cdot 0,82 = 0,55 \cdot 0,55 \cdot 0,55 \cdot 0,54 \cdot 0,50 = 0,55 \\ \mu^{eC}(Y) &= 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,77 \cdot 0,56 \cdot 0,78 \cdot 0,78 \cdot 0,82 \vee 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,35 \cdot 0,56 \cdot 0,78 \cdot 0,55 \cdot 0,82 \vee \\ &\vee 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,35 \cdot 0,56 \cdot 0,78 \cdot 0,78 \cdot 0,82 \vee 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,56 \cdot 0,78 \cdot 0,78 \cdot 0,82 \vee \\ &\vee 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,63 \cdot 0,52 \cdot 0,78 \cdot 0,82 = 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,35 = 0,50 \\ \mu^B(Y) &= 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,63 \cdot 0,52 \cdot 0,78 \cdot 0,89 \vee 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,63 \cdot 0,52 \cdot 0,40 \cdot 0,63 \vee \\ &\vee 0,50 \cdot 0,54 \cdot 0,35 \cdot 0,63 \cdot 0,52 \cdot 0,40 \cdot 0,63 \vee 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,63 \cdot 0,52 \cdot 0,40 \cdot 0,63 \vee \\ &\vee 0,50 \cdot 0,50 \cdot 0,35 \cdot 0,63 \cdot 0,52 \cdot 0,40 \cdot 0,63 = 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,35 = 0,35 \end{aligned}$$

Завершальним етапом є проведення дефазифікації за формулою (13), що дає можливість оцінити рівень EBEM у ВАТ “Вінницька харчосмакова фабрика”:

$$EBEM = \frac{0 \cdot 0,35 + 0,25 \cdot 0,31 + 0,50 \cdot 0,55 + 0,75 \cdot 0,50 + 1 \cdot 0,35}{0,35 + 0,31 + 0,55 + 0,50 + 0,35} = 0,52.$$

### 3. Значення і функції належності факторів, що впливають на ЕВЕМ ВАТ “Вінницька харчосмакова фабрика”

Фактори	Значення	ФН вхідних факторів	ФН $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$	Фактори	Значення	ФН вхідних факторів	ФН $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$	Фактори	Значення	ФН вхідних факторів	ФН $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$						
$X_{11}$	85 %	$\mu_H(X_{11}) = 0,44$	$\mu_H(X_1) = 0,5$ $\mu_{HC}(X_1) = 0,44$ $\mu_C(X_1) = 0,89$ $\mu_B(X_1) = 0,5$	$X_{32}$	4 бали	$\mu_H(X_{32}) = 0,71$	$\mu_H(X_3) = 0,65$ $\mu_{HC}(X_3) = 0,65$ $\mu_C(X_3) = 0,77$ $\mu_B(X_3) = 0,35$	$X_{53}$	4 бали	$\mu_H(X_{43}) = 0,6$	$\mu_H(X_6) = 0,67$ $\mu_{HC}(X_6) = 0,78$ $\mu_C(X_6) = 0,55$ $\mu_B(X_6) = 0,78$ $\mu_B(X_6) = 0,40$	$\mu_C(X_{43}) = 0,91$					
		$\mu_B(X_{32}) = 0,18$				$\mu_B(X_{43}) = 0,52$											
		$\mu_H(X_{12}) = 0,38$				$X_{33}$				4 бали			$\mu_H(X_{33}) = 0,65$	$X_{61}$	8 балів	$\mu_H(X_{61}) = 0,40$	
$\mu_C(X_{12}) = 0,92$	$\mu_C(X_{33}) = 0,91$	$\mu_C(X_{61}) = 0,81$															
$\mu_B(X_{12}) = 0,6$	$\mu_B(X_{33}) = 0,35$	$\mu_B(X_{61}) = 0,90$															
$X_{13}$	5 балів	$\mu_H(X_{13}) = 0,75$		$\mu_H(X_2) = 0,56$ $\mu_{HC}(X_2) = 0,54$ $\mu_C(X_2) = 0,67$ $\mu_B(X_2) = 0,54$ $\mu_B(X_2) = 0,5$	$X_{34}$	3 бали		$\mu_H(X_{34}) = 0,74$	$\mu_H(X_5) = 0,35$ $\mu_{HC}(X_5) = 0,31$ $\mu_C(X_5) = 0,63$ $\mu_B(X_5) = 0,56$ $\mu_B(X_5) = 0,63$	$X_{62}$		5 балів	$\mu_H(X_{62}) = 0,83$	$\mu_C(X_{62}) = 1$			
		$\mu_C(X_{13}) = 1$						$\mu_C(X_{34}) = 0,92$					$\mu_B(X_{62}) = 0,86$				
		$\mu_B(X_{13}) = 0,75$						$\mu_B(X_{34}) = 0,55$					$\mu_B(X_{62}) = 0,86$				
$X_{14}$	1 у.о.	$\mu_{HB}(X_{14}) = 0,5$			$\mu_{HB}(X_4) = 0,63$ $\mu_B(X_{51}) = 0,91$ $\mu_{HB}(X_{51}) = 0,64$	$X_{41}$		97 %		$\mu_{HB}(X_{51}) = 0,63$		$\mu_{HB}(X_{52}) = 0,56$ $\mu_B(X_{52}) = 1$ $\mu_{HB}(X_{52}) = 0,71$	$X_{63}$	6 балів	$\mu_H(X_{63}) = 0,67$	$\mu_C(X_{63}) = 0,91$	
		$\mu_B(X_{14}) = 1$								$\mu_B(X_{51}) = 0,91$					$\mu_B(X_{63}) = 0,80$		
		$\mu_{HB}(X_{14}) = 0,5$								$\mu_{HB}(X_{51}) = 0,64$					$\mu_B(X_{63}) = 0,80$		
$X_{21}$	100 %	$\mu_H(X_{21}) = 0,67$				$\mu_H(X_3) = 0,35$ $\mu_{HC}(X_3) = 0,31$ $\mu_C(X_3) = 0,63$ $\mu_B(X_3) = 0,56$ $\mu_B(X_3) = 0,63$		$X_{42}$		100 %			$\mu_{HB}(X_{52}) = 0,56$	$\mu_H(X_5) = 0,35$ $\mu_{HC}(X_5) = 0,31$ $\mu_C(X_5) = 0,63$ $\mu_B(X_5) = 0,56$ $\mu_B(X_5) = 0,63$	$X_{64}$	2 бали	$\mu_H(X_{64}) = 0,78$
		$\mu_C(X_{21}) = 1$	$\mu_B(X_{52}) = 1$				$\mu_B(X_{64}) = 0,31$										
		$\mu_B(X_{21}) = 0,67$	$\mu_H(X_{53}) = 0,85$				$\mu_H(X_{65}) = 0,45$										
$X_{22}$	0,4 у.о.	$\mu_H(X_{22}) = 0,78$	$\mu_H(X_4) = 0,22$ $\mu_C(X_{23}) = 0,54$ $\mu_B(X_{23}) = 0,88$				$X_{43}$	241 тис.гр		$\mu_C(X_{53}) = 0,94$	$\mu_H(X_6) = 0,67$ $\mu_{HC}(X_6) = 0,78$ $\mu_C(X_6) = 0,55$ $\mu_B(X_6) = 0,78$ $\mu_B(X_6) = 0,40$		$X_{65}$		8 балів	$\mu_C(X_{65}) = 0,83$	$\mu_B(X_{65}) = 0,91$
		$\mu_C(X_{22}) = 0,83$								$\mu_B(X_{53}) = 0,68$						$\mu_B(X_{65}) = 0,91$	
		$\mu_B(X_{22}) = 0,71$								$\mu_H(X_{54}) = 0,31$						$\mu_H(X_{66}) = 0,80$	
$X_{23}$	115 %	$\mu_H(X_{23}) = 0,22$		$\mu_C(X_{54}) = 0,63$ $\mu_B(X_{54}) = 0,90$			$X_{44}$	8 балів	$\mu_C(X_{54}) = 0,63$	$\mu_C(X_{66}) = 0,88$ $\mu_B(X_{66}) = 0,54$			$X_{66}$		4 бали	$\mu_C(X_{66}) = 0,88$	$\mu_B(X_{66}) = 0,54$
		$\mu_C(X_{23}) = 0,54$							$\mu_B(X_{54}) = 0,90$							$\mu_B(X_{66}) = 0,54$	
		$\mu_B(X_{23}) = 0,88$							$\mu_H(X_{55}) = 0,35$							$\mu_H(X_7) = 0,69$	
$X_{24}$	5 балів	$\mu_H(X_{24}) = 0,78$			$\mu_C(X_{55}) = 0,96$ $\mu_B(X_{55}) = 0,56$		$X_{45}$	91,5 %	$\mu_C(X_{55}) = 0,96$			$\mu_H(X_7) = 0,69$ $\mu_{HP}(X_7) = 0,82$ $\mu_B(X_7) = 0,63$	$X_7$		0,8	$\mu_{HP}(X_7) = 0,82$	$\mu_B(X_7) = 0,63$
		$\mu_C(X_{24}) = 1$							$\mu_B(X_{55}) = 0,56$							$\mu_B(X_7) = 0,63$	
		$\mu_B(X_{24}) = 0,5$							$\mu_H(X_{42}) = 0,58$								
$X_{31}$	3 бали	$\mu_H(X_{31}) = 0,63$				$\mu_C(X_{42}) = 0,78$ $\mu_B(X_{42}) = 0,32$	$X_{52}$	3 бали	$\mu_C(X_{42}) = 0,78$				$\mu_C(X_{42}) = 0,78$ $\mu_B(X_{42}) = 0,32$	$X_{52}$	3 бали	$\mu_C(X_{42}) = 0,78$	$\mu_B(X_{42}) = 0,32$
		$\mu_C(X_{31}) = 0,77$							$\mu_C(X_{42}) = 0,78$							$\mu_C(X_{42}) = 0,78$	
		$\mu_B(X_{31}) = 0,63$							$\mu_B(X_{42}) = 0,32$							$\mu_B(X_{42}) = 0,32$	

Як бачимо, результати реалізації запропонованого підходу оцінки рівня ефективності внутрішнього економічного механізму у ВАТ “Вінницька харчосмакова фабрика” дають підстави стверджувати про середній рівень, що характеризується певною стабільністю господарюючого суб’єкта, проте потребує розробки шляхів підвищення ефективності внутрішньої діяльності, що дасть змогу значно поліпшити діяльність підприємства в цілому.

Отже, запропонована математична модель оцінки ЕВЕМ підприємства, побудована на базі нечіткої логіки, дає можливість не лише оцінити сучасний стан внутрішньої діяльності відповідного суб’єкта, але й одержати прогнозовану оцінку за рахунок зміни вхідних параметрів. Тоді у випадку негативного для підприємства прогнозу керівництво заздалегідь може вжити відповідних заходів для поліпшення ситуації.

*Розроблено математичну модель ефективності внутрішнього економічного механізму плодоовочевого переробного підприємства на основі теорії нечіткої логіки.*

*Разработана математическая модель эффективности внутреннего экономического механизма предприятий по переработке плодоовощной продукции с использованием нечеткой логики.*

*In the article mathematic model of efficiency of inside economical mechanism on fruit – vegetable processing enterprises is created which is based on fuzzy logic theory.*

\*