

УДК: 65.012:338.2

## МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

С.В. БСЛЯЄВА, В.І. БОКІЙ

Київський національний університет технологій та дизайну

*У статті наведено підходи до визначення рівня функціонування операційної системи та її складових в умовах невизначеності на основі моделювання оцінок*

Оцінювання рівня функціонування операційної системи (підприємства) та її окремих складових є важливим елементом обґрунтування стратегії розвитку підприємства в напрямку підвищення його конкурентоспроможності.

### **Об'єкти та методи досліджень**

Об'єктом дослідження є процес побудови оцінок рівня функціонування невизначеної (стохастичної) операційної системи і її складових, що дозволяє оцінити конкурентоспроможність підприємства та виявити існуючі недоліки. У цьому випадку найбільш адекватно оцінити очікуване значення стану підприємства можливо за допомогою методів нечітких множин та аналізу ієрархій.

### **Постановка завдання**

Метою роботи є розробка науково-методичних підходів до моделювання оцінки рівня функціонування операційної системи в невизначених умовах і на цій основі визначення рівня конкурентоспроможності конкретного підприємства.

### **Результати та їх обговорення**

Якщо розглянути діяльність підприємства, то, з точки зору системного підходу, схематично її можна відобразити, як наведено на рис. 1. Тобто розглядаються три складові діяльності операційної системи (підприємства): надходження (вхід), виробничий процес, збутова (вихід).

З урахуванням сучасних явищ в економіці, суттєво важливим є формування система операційних факторів та показників їх оцінки, відповідно до рис. 1. Прийmemo до уваги систему показників, запропоновану в [1].

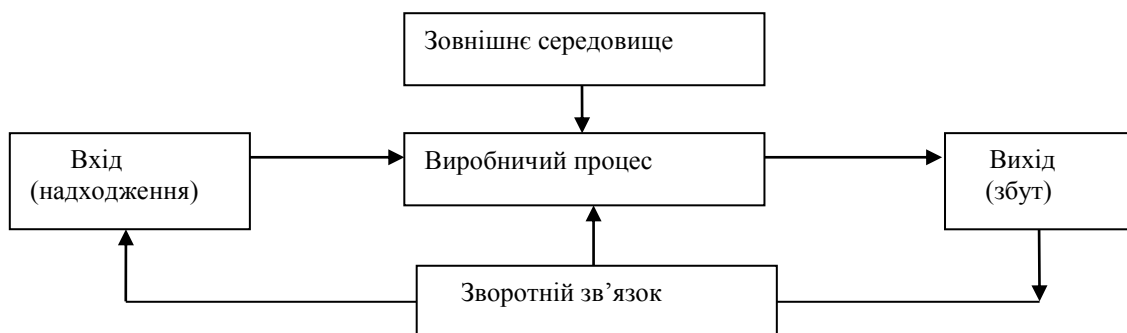


Рис. 1. Схема діяльності підприємства як системи

Джерелом інформації слугують звітні та оперативні дані підприємства, табл. 1. Наведені показники формуються з урахуванням принципів та ідей збалансованої системи показників (Balanced Scorecard) – BSC [ 2].

Таблиця 1. Система показників оцінки операційної системи

Показники <i>I</i>	Формула розрахунку <i>2</i>
<b>Система надходжень (X<sub>1</sub>)</b>	
Коефіцієнт забезпеченості матеріальними ресурсами, X <sub>11</sub>	Кз <sub>мр</sub> = Нр/Пр; Нр – наявні ресурси, Пр – потреба в ресурсах
Рейтинг постачальника, X <sub>12</sub>	$R = \sum_{i=1}^n c_i k_i$ , де – вага кожного фактору, k – бальна оцінка
Аналіз постачальників, X <sub>13</sub>	АВС-аналіз
Економічний розмір замовлення, X <sub>14</sub>	$EOQ = \sqrt{\frac{2C_0 S}{cT}}$ , де S – потреба в продукції, T – часовий інтервал, C <sub>0</sub> – витрати на оформлення і доставку одного замовлення на поповнення запасу, c – вартість зберігання одиниці продукції в одиницю часу.
<b>Виробнича система (X<sub>2</sub>)</b>	
Коефіцієнт механізації (автоматизації) праці, X <sub>21</sub>	Кмп = Км/Ч аг, Км – кількість робітників, зайнятих на механізованих роботах, Ч заг – загальна чисельність робітників на даній дільниці .
Фондоозброєність, X <sub>22</sub>	Фо = ОФс.р. / Ч роб ОФс.р. – середньорічна вартість основних фондів, Ч роб – середньооблікова чисельність робітників, працівників
Механоозброєність, X <sub>23</sub>	Мп = Бва / Чр; Бва - балансова вартість засобів механізації; Чр – чисельність робітників
Коефіцієнт придатності основних фондів, X <sub>24</sub>	Коефіцієнт придатності основних фондів розраховується за формулами: Кп = 1 – Кз або Кп = 100% – Кз де Кп – коефіцієнт придатності основних фондів; Кз – коефіцієнт зносу основних фондів.
Коефіцієнт використання виробничих потужностей, X <sub>25</sub>	Кв = Задіяні виробничі потужності / Наявні виробничі потужності
Коефіцієнт використання календарного фонду часу, X <sub>26</sub>	Коефіцієнти використання календарного і режимного часу визначаються за наступними формулами: $K_{ек} = \frac{T_{\phi}}{T_{к}} \quad K_{ер} = \frac{T_{\phi}}{T_{р}}$ де K <sub>ек</sub> – коефіцієнт використання календарного часу; T <sub>φ</sub> – фактичний час роботи обладнання; T <sub>до</sub> – календарний фонд; де K <sub>ер</sub> – коефіцієнт використання режимного часу; T <sub>реж</sub> – режимний фонд.
Відносний показник виробничих витрат, X <sub>27</sub>	Кс/в = Виробнича собівартість продукції / обсяг виробництва
Продуктивність праці, X <sub>28</sub>	П <sub>п</sub> = Обсяг виробництва / Чисельність ПВП
Коефіцієнт плинності кадрів, X <sub>29</sub>	Кпл = Кількість звільнених / Середньосписова чисельність
Рівень оплати праці порівняно з конкурентами, X <sub>210</sub>	R <sub>опл</sub> = Середньомісячна ЗП на підприємстві / Середньомісячна ЗП конкурента
Коефіцієнт оборотності активів, X <sub>211</sub>	Коб.а. = Чистий дохід від реалізації продукції / Вартість активів
Коефіцієнт рентабельності реалізації, X <sub>212</sub>	К <sub>рп</sub> = Чистий прибуток / Чистий дохід від реалізації продукції
<b>Збутова система (X<sub>3</sub>)</b>	
Рівень якості, X <sub>31</sub> (Найчастіше для комплексного	Комплексний середньозважений арифметичний показник якості

оцінювання технічного рівня якості продукції використовуються середньозважені арифметичні і геометричні показники, а також експертні методи).	розраховується за формулами: $U = \sum_{i=1}^n M_{iu} P_i$ , або $U = \prod_{i=1}^n M_{iu} Q_i$ , де $U$ – комплексний показник якості; $M_{iu}$ – параметр вагомості $i$ -го показника якості; $P_i$ – значення $i$ -го показника якості; $Q_i$ – відносний $i$ -й показник якості продукції; $n$ – кількість показників якості.
Частка ринку, $X_{32}$	$Ч_p = \text{Обсяг продажів підприємства на даному ринку} / \text{Місткість ринку}$
Інтегральний показник конкурентоспроможності, $X_{31}$	$K_{ін.} = S*(K : E)*100\%$ $S$ – загальний показник за нормативними параметрами $K$ – показник техніко-технологічного рівня $E$ – співвідношення ціни товару з ціною конкурента

При прийнятті складних рішень можливі напрямки розвитку ситуації та очікувані наслідки оцінюються за допомогою моделей та кількісного аналізу. Тому необхідно кожну із виділених складових (рис. 1) доповнювати моделями. Прийняття рішень, здатних забезпечити всебічний розвиток підприємства в подальшій перспективі, ґрунтується на запланованих стратегічних змінах на вирішення операційних потреб, із врахуванням поточного та бажаного стану підприємства (рівня функціонування).

Для оцінки такого рівня (конкурентоспроможності) підприємства в умовах нестійкого зовнішнього середовища (умовах невизначеності) пропонується застосувати метод теорії нечіткої логіки [3], за допомогою якого будується модель діяльності підприємства. При цьому використовуються наступні визначення: 1) універсальна множина; 2) нечітка множина; 3) функція належності; 4) лінгвістична змінна; 5) терм-множина; 6) терм-елемент.

У літературі з нечіткого моделювання рекомендується, щоб кількість входів нечіткої мережі була в межах від 5 до 7 [3, 4]. Якщо входних факторів більше, то їх варто розподілити на декілька груп за певними логічними ознаками та налаштувати кожну групу як окрему нечітку мережу. Потім виходи цих мереж поєднуються в єдиний вихід, утворюючи багаторівневу нечітку нейронну мережу.

Оскільки основною метою формування операційної стратегії підприємства є забезпечення йому високого рівня конкурентоспроможності в умовах нестабільності ринкового середовища, то ефективною операційною діяльністю підприємства буде така, яка забезпечує йому стійку конкурентну позицію.

Побудова такої моделі зводиться до наступних етапів [3]:

*Етап 1* (Показники). Формується набір окремих показників  $X_{ij}$ ,  $i=1, N$ ,  $j=1, M_i$ ; з  $N$  узагальнених груп по  $M_i$ ; факторів в кожній  $i$ -тій групі, які є найважливішими для оцінки конкурентоспроможності підприємства. Щоб уникнути дублювання критеріїв з погляду їхньої значимості для аналізу, відібрані показники повинні оцінювати різні за природою сторони ділового, виробничого та фінансового життя підприємства, якості продукції компанії.

Відповідно до наведеної схеми та виділеної системи показників пропонуємо наступний набір критеріїв, який може бути складений з таких груп показників:  $X_1$  – рівень функціонування системи надходжень,  $X_2$  – рівень функціонування виробничої системи,  $X_3$  – рівень функціонування збутової системи. В свою чергу комплексне значення кожної з вказаних груп може бути визначено за певним набором показників. Так, функціонування системи надходжень  $X_1$  може бути оцінена за показниками: коефіцієнт забезпеченості матеріальними ресурсами ( $K_{зпр}$ ) –  $X_{11}$ , рейтинг постачальника ( $R_{пост}$ ) –  $X_{12}$ ,

найбільш впливові види ресурсів, можуть бути визначені, наприклад, за методом АВС-аналізу (АВС<sub>пост</sub>) –  $X_{13}$ , економічно-доцільний розмір замовлення (ЕОQ) –  $X_{14}$ . Таким чином:

$$X_1 = f(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}). \quad (1)$$

Виробнича система підприємства  $X_2$ , в свою чергу, може бути оцінена на основі коефіцієнту механізації (автоматизації) праці ( $K_{мн}$ ) –  $X_{21}$ , фондоозброєності ( $\Phi_o$ ) –  $X_{22}$ , механоозброєності ( $Mn$ ) –  $X_{23}$ , коефіцієнту придатності основних фондів ( $K_n$ ) –  $X_{24}$ , коефіцієнту використання календарного фонду часу ( $K_{ек}$ ) –  $X_{25}$ , коефіцієнту використання виробничих потужностей ( $K_в$ ) –  $X_{26}$ , відносного показника виробничих витрат ( $K_{с/в}$ ) –  $X_{27}$ , продуктивності праці ( $\Pi_n$ ) –  $X_{28}$ , коефіцієнту плинності кадрів ( $K_{пл}$ ) –  $X_{29}$ , рівня оплати праці порівняно з конкурентами ( $R_{опл}$ ) –  $X_{210}$ , коефіцієнту оборотності активів ( $K_{об.а}$ ) –  $X_{211}$ , коефіцієнту рентабельності реалізації ( $K_{рп}$ ) –  $X_{212}$ .

$$X_2 = f(X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29}, X_{210}, X_{211}, X_{212}). \quad (2)$$

Для оцінки ефективності збуту і просування товару  $X_3$  можна скористатись показниками рівня якості ( $U$ ) –  $X_{31}$ , частки ринку ( $Ч_p$ ) –  $X_{32}$ , інтегральним показником конкурентоспроможності ( $K_{ін}$ ) –  $X_{33}$ .

$$X_3 = f(X_{31}, X_{32}, X_{33}). \quad (3)$$

На основі розрахованих значень груп показників проводиться визначення рівня конкурентоспроможності даного підприємства:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3). \quad (4)$$

Зауважимо, що представлений набір показників є одним з можливих варіантів і може формуватися експертом індивідуально для кожного окремого підприємства із врахуванням його специфіки. Показники, що мають числову природу, беруться з різних форм звітності підприємства, стандартів, технічних умов тощо. Дані лінгвістичної природи задаються на основі експертних суджень.

*Етап 2* (Лінгвістичні змінні). Для того, щоб мати змогу оцінювати та опрацьовувати лінгвістичні показники  $X_{ij}$ ,  $i = 1, N$ ,  $j = 1, M_i$ , які характеризують підприємство з погляду на його конкурентоспроможність, сформуємо єдину шкалу з п'яти якісних термів показника  $X_{ij}$  за рівнями: ДН – дуже низький, Н – низький  $X_{ij}$ , С – середній, В – високий, ДВ – дуже високий.

Для оцінки значень вихідної лінгвістичної змінної  $Y$ , що являє собою повну множину ступенів конкурентоспроможності підприємства, будемо використовувати терми такого ж рівня.

*Етап 3* (Побудова функцій належності). Задасться вигляд функцій належності нечітких термів для контрольованих параметрів  $X_{ij}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,

$j = \overline{1, M_i}$ , та вихідної змінної  $Y$ . Для побудови функцій належності п'яти нечітких термів (ДН, Н, С, В, ДВ) вхідних факторів  $X_{ij}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, M_i}$ , та вихідної змінної  $Y$  необхідно відобразити діапазони їх змін на власних універсальних множинах за аналогією.

*Етап 4* (Формування набору правил). Експертна система на базі нечітких знань повинна містити механізм нечітко-логічного висновку, щоб можна було визначати рівень конкурентоспроможності підприємства на основі всієї необхідної вихідної інформації. Тому необхідним етапом аналізу є формування системи нечітких знань (табл. 2).

Таблиця 2. База знань для визначення рівня конкурентоспроможності

Узагальнені значення груп показників								Вага	Вихідна змінна
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	w	Y
ДВ	В	В	ДВ	В	С	В	В	w <sup>y</sup> <sub>11</sub>	
ДВ	С	ДВ	ДВ	ДВ	С	В	В	w <sup>y</sup> <sub>12</sub>	
В	ДВ	В	В	В	ДВ	С	ДВ	w <sup>y</sup> <sub>13</sub>	
В	В	ДВ	С	ДВ	В	ДВ	В	w <sup>y</sup> <sub>14</sub>	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
ДН	Н	Н	ДН	Н	С	Н	Н	w <sup>y</sup> <sub>51</sub>	
ДН	С	ДН	ДН	ДН	С	Н	Н	w <sup>y</sup> <sub>52</sub>	
Н	ДН	Н	Н	Н	ДН	С	ДН	w <sup>y</sup> <sub>53</sub>	
Н	Н	ДН	С	ДН	Н	ДН	Н	w <sup>y</sup> <sub>54</sub>	

Оскільки повне викладення бази знань не має значного наукового інтересу, представимо, як приклад, за допомогою функцій належності математичну форму запису вирішального правила для визначення рівня ДВ конкурентоспроможності підприємства:

$$\begin{aligned} \mu^{ДВ}(x_1, \dots, x_8) = & w_{11}^y [\mu^{ДВ}(x_1) \mu^В(x_2) \mu^В(x_3) \mu^{ДВ}(x_4) \mu^В(x_5) \mu^С(x_6) \mu^В(x_7) \mu^В(x_8)] w_{12}^y [\mu^{ДВ}(x_1) \mu^С(x_2) \mu^{ДВ}(x_3) \mu^{ДВ}(x_4) \mu^{ДВ}(x_5) \mu^С(x_6) \mu^В(x_7) \mu^В(x_8)] w_{13}^y [\mu^В(x_1) \mu^{ДВ}(x_2) \mu^В(x_3) \mu^В(x_4) \mu^В(x_5) \mu^{ДВ}(x_6) \mu^С(x_7) \mu^{ДВ}(x_8)] w_{14}^y [\mu^В(x_1) \mu^В(x_2) \mu^{ДВ}(x_3) \mu^С(x_4) \mu^{ДВ}(x_5) \mu^В(x_6) \mu^{ДВ}(x_7) \mu^В(x_8)] \end{aligned} \tag{5}$$

В свою чергу кожен з критеріїв X<sub>1</sub>, ..., X<sub>8</sub>, що являють собою узагальнені значення вказаних груп показників, необхідно представити у вигляді математичних залежностей від вхідних факторів. Наприклад, фрагмент бази знань для визначення рівня X<sub>1</sub> представлено у табл.3.

Таблиця 3.База знань для визначення рівня X<sub>1</sub>

Вхідні змінні				Вага	Вихідна змінна
X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	W	X <sub>1</sub>
ДВ	В	В	В	W <sup>x1</sup> <sub>11</sub>	ДВ
В	В	ДВ	В	W <sup>x1</sup> <sub>12</sub>	
ДВ	ДВ	С	В	W <sup>x1</sup> <sub>13</sub>	
...	...	...	...	...	...
ДН	Н	Н	Н	W <sup>x1</sup> <sub>41</sub>	ДВ
Н	Н	ДН	Н	W <sup>x1</sup> <sub>42</sub>	
ДН	ДН	С	Н	W <sup>x1</sup> <sub>43</sub>	

Математична форма запису вирішального правила для визначення рівня ДВ набере вид:

$$\begin{aligned} \mu^{ДВ}(x_{11}, \dots, x_{15}) = & w_{11}^{x1} [\mu^{ДВ}(x_{11}) \mu^В(x_{12}) \mu^В(x_{13}) \mu^В(x_{14}) \mu^Н(x_{15}) w_{12}^{x1} [\mu^Н(x_{11}) \mu^В(x_{12}) \mu^{ДВ}(x_{13}) \mu^В(x_{14})] \cdot \\ & w_{13}^{x1} [\mu^{ДВ}(x_{11}) \mu^{ДВ}(x_{12}) \mu^С(x_{13}) \mu^В(x_{14})]. \end{aligned} \tag{6}$$

Подібним чином проводиться формування повного набору вирішальних правил та на їх основі виводиться система нечітких логічних рівнянь. Остаточне рішення моделі обирається таке, для якого

функція належності вихідної змінної  $Y$  буде найбільшою для заданих значень контрольованих параметрів  $X_{ij}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, M_i}$ . При формуванні бази знань експерту необхідно задати ключові правила. Всі інші правила прийняття рішень будуть генеруватись при навчанні системи на реальних даних стосовно інших підприємств.

*Етап 5* (Оцінка рівня показників). На даному етапі проводиться оцінка поточного рівня показників  $X_{ij}$  ( $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, M_i}$ ) і  $Y$  за фінансовою звітністю та експертними судженнями для різних часових періодів.

Значення цих контрольованих параметрів, що точно попадають у задані для них інтервали  $[X, \bar{X}]$ , будуть однозначно відповідати їхнім термам. Якщо ж значення критерію знаходиться в проміжку між двома термами, то воно буде відповідати тому терму, функція належності якого для даного рівня показника є більшою.

В результаті застосування цього підходу отримується лінгвістичний опис рівня конкурентоспроможності підприємства, а також характеристика якості отриманих тверджень.

Розглянемо практичні підходи до реалізації наведених вище положень. Економічні показники, які характеризують стан підприємства та його конкурентоспроможність, наведені в табл. 1. Якщо розглядати функціонування підприємства в реальних ринкових умовах, то маємо справу із достатньо невизначеними (стохастичними) системами. У цьому випадку, найбільш адекватно можна оцінити очікуване значення стану підприємства за допомогою методів нечітких множин і є можливість кількісної оцінки показників якісного характеру. З точки зору відповідності, найбільш прийнятливим є застосування трапецієвидних функцій належності [3,4], рис. 2.

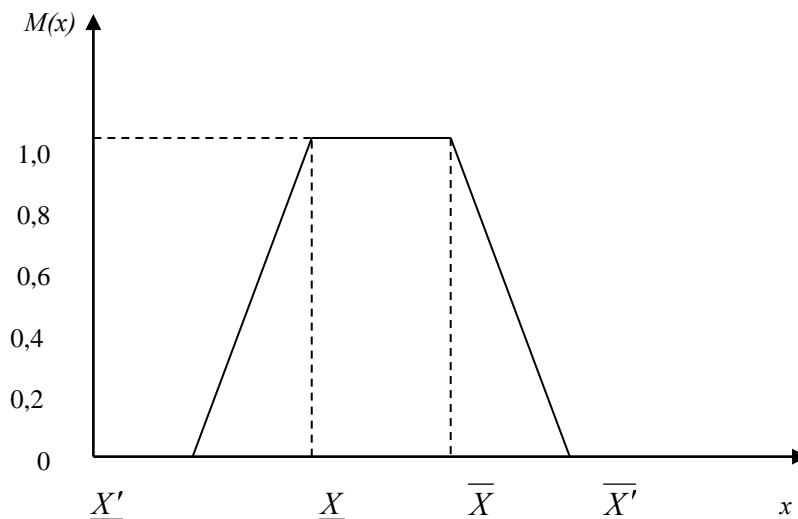


Рис. 2. Трапецієподібна функція належності

Нижня основа трапеції  $[X', \bar{X}']$  позначає всю припустиму множину значень нечіткого фактора  $x$ , верхня  $[X, \bar{X}]$  – ті значення, для яких експерт встановлює гарантовану відповідність обраному

значенню лінгвістичної змінної. Бічні ребра трапеції відображують зміну ступеня впевненості експерта в його оцінці від 1 до 0. Функція належності в аналітичній формі має вид:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < \underline{x}' \\ \frac{x - \underline{x}'}{\underline{x} - \underline{x}'}, & \underline{x}' \leq x \leq \underline{x} \\ 1, & \underline{x} \leq x \leq \bar{x} \\ \frac{\bar{x}' - x}{\bar{x}' - \bar{x}}, & \bar{x} \leq x \leq \bar{x}' \\ 0, & x > \bar{x}' \end{cases}$$

За наведеною схемою оцінимо рівень конкурентоспроможності підприємства, поєднавши два методи моделювання – метод нечітких множин і метод аналізу ієрархій.

Підприємство досліджуємо за трьома складовими його діяльності: системою надходжень –  $X_1$ ; виробничою системою –  $X_2$ ; збутовою системою –  $X_3$ , а рівень конкурентоспроможності підприємства визначається функцією (4).

Комплексне значення та розшифровка складових кожної групи визначається за показниками, наведеними у табл. 1.

Рівень функціонування системи надходжень ( $X_1$ ) описується функцією (1), або:

$$X_1 = f(K_{змп}, R_{пост}, ABC_{пост}, EOQ) \tag{7}$$

Рівень функціонування виробничої системи ( $X_2$ ) визначається функцією (2), або:

$$X_2 = f(K_{мп}, \Phi_o; M_n; K_n; K_b; K_{ек}; K_{с/с}; П_n; K_{пн}; K_{об.а}; K_{R,p}) \tag{8}$$

Рівень функціонування системи збуту ( $X_3$ ) можна описати функцією (3) або:

$$X_3 = f(U; Ч_p; K_{ин}), \tag{9}$$

Загальну оцінку проведемо згідно наведеного відношення (4) з урахуванням складових діяльності. Нехай у поквартальному розтині за допомогою замірів та розрахунків для якогось підприємства отримані певні значення коефіцієнтів, наведених у табл. 1. Проведемо оцінку рівня функціонування кожної із систем.

*Оцінка системи надходжень*

Функціонування системи надходжень описується функцією, представленою формулою (7). Вихідні дані наведені у табл. 4.

Таблиця 4. Вихідні дані стосовно системи надходжень

Періоди	$K_{змп}$	$R_{пост}$	$ABC$	$EOQ$
I	0,9	8	A	800
II	0,88	7	B	760
III	0,7	6	C	650
IV	0,93	7	A	820

Для кожного показника визначені свої терми і функції належності. Для розрахунку прийняті загальні терми значень:  $[0-0,2]$ -ДН;  $[0,2-0,35]$ -Н;  $[0,35-0,65]$ -С;  $[0,65-0,8]$ -В;  $[0,8-1,0]$ -ДВ.

Отримуємо таблицю (табл. 5) для оцінки стану системи надходжень:

Таблиця 5. Розрахунок функціонування системи надходжень

Вхідні змінні				Вага Wj	X <sub>i</sub>
K <sub>змп</sub>	R <sub>пост</sub>	ABC	EOQ		
В	В	ДВ	В	0,2	В
В	В	В	В	0,3	
С	С	С	В	0,2	
В	В	ДВ	В	0,3	

$$X_1 = 0,2 \cdot \sqrt[4]{0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,7} + 0,3 \sqrt[4]{0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,7} + 0,2 \sqrt[4]{0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,7} + 0,3 \sqrt[4]{0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,7} = 0,149 + 0,21 + 0,109 + 0,223 = 0,691$$

За прийнятою градацією рівень функціонування X<sub>1</sub> - високий (В).

Функціонування виробничої системи описується функцією, представленою формулою (8). Для кожного показника визначимо свої терми та функції належності. Вихідні дані наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Вихідні дані стосовно системи виробництва

K <sub>мп</sub>	Φ <sub>о</sub>	M <sub>п</sub>	K <sub>п</sub>	K <sub>эк</sub>	K <sub>в</sub>	K <sub>с/с</sub>	Π <sub>п</sub>	K <sub>пл</sub>	R <sub>опл</sub>	K <sub>об.а</sub>	K <sub>Р.р</sub>
0,75	1670	2000	0,6	0,65	0,6	0,7	6000	0,06	0,8	2,37	10
0,8	1500	2200	0,7	0,68	0,7	0,7	6800	0,05	0,9	2,34	14
0,7	1700	2300	0,7	0,72	0,9	0,8	6500	0,07	0,8	2,3	5
0,9	1800	2000	0,6	0,85	0,85	0,6	5000	0,09	0,7	2,8	8

Розрахунок рівня функціонування виробничої системи наведений в табл. 7

Таблиця 7. Розрахунок функціонування системи виробництва

K <sub>мп</sub>	Φ <sub>о</sub>	M <sub>п</sub>	K <sub>эн</sub>	K <sub>в</sub>	K <sub>эк</sub>	K <sub>с/с</sub>	Π <sub>п</sub>	K <sub>пл</sub>	R <sub>опл</sub>	K <sub>об.а</sub>	K <sub>Р.р</sub>	Вага W <sub>i</sub>
С	Н	Н	С	С	С	С	С	С	В	С	С	0,3
В	Н	С	С	В	С	С	В	В	В	С	В	0,2
С	С	С	С	ДВ	В	Н	В	С	В	С	Н	0,2
ДВ	С	Н	С	В	В	В	С	Н	С	В	С	0,3

Підставляючи значення змінних, обчислюємо показник функціонування виробничої системи:

$$X_2 = 0,3 \sqrt[12]{0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5} + 0,2 \sqrt[12]{0,7 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,7} + 0,2 \sqrt[12]{0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,3} + 0,3 \sqrt[12]{0,9 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,5} = 0,3 \cdot \sqrt[12]{1,23 \cdot 10^{-4}} + 0,2 \sqrt[12]{1,103 \cdot 10^{-3}} + 0,2 \sqrt[12]{4,34109 \cdot 10^{-5}} + 0,3 \sqrt[12]{0,000607753} = 0,3 \cdot 0,472235639 + 0,2 \cdot 0,566954177 + 0,2 \cdot 0,432978765 + 0,3 \cdot 0,539482373 = 0,503501992$$

Рівень функціонування системи середній – «С». Функціонування системи збуту описується функцією, представленою формулою (9). Вихідні дані наведені в таблиці 8.

Розрахуємо рівень функціонування системи збуту:

$$X_3 = 0,4 \sqrt[3]{0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,7} + 0,3 \sqrt[3]{0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5} + 0,2 \sqrt[3]{0,7 \cdot 0,3 \cdot 0,5} + 0,1 \sqrt[3]{0,7 \cdot 0,3 \cdot 0,5} = 0,4 \sqrt[3]{0,245} + 0,3 \sqrt[3]{0,175} + 0,2 \sqrt[3]{0,105} + 0,1 \sqrt[3]{0,105} = 0,559627151$$

Рівень функціонування системи також середній – «С».



Таблиця 8. Вихідні дані

Періоди	$U$	$Ч_p$	$K_{in}$
I	0,97	0,15	0,8
II	0,96	0,15	0,7
III	0,94	0,12	0,65
IV	0,96	0,1	0,7

Для кожного з цих показників визначені свої терми та функції належності.

Розрахунки наведені у табл. 9.

Таблиця 9. Розрахунок функціонування системи збуту

Вихідні змінні			Вага	Вихідна змінна
$U$	$Ч_p$	$K_{in}$	W	
B	C	B	0,4	X <sub>3</sub>
B	C	C	0,3	
B	H	C	0,2	
B	H	C	0,1	

Комплексний показник рівня конкурентоспроможності розрахуємо методом зважених значень [5]:

$$Y = \sqrt[3]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3} = \sqrt[3]{0,691 \cdot 0,504 \cdot 0,56} = 0,579916595 \approx 0,58$$

Отже, рівень конкурентоспроможності складає 58% від 100% можливих. Тобто у підприємства показник конкурентоспроможності середній. Ми маємо можливість визначити які показники, а отже і які фактори діяльності, призводять саме до такого значення і які треба покращити.

### Висновки

Застосування запропонованих моделей оцінки рівня функціонування операційної системи дозволяє достатньо надійно оцінити стан системи, визначити рівень функціонування окремих складових та визначити найбільш чутливі показники, покращення яких може привести до поліпшення її стану.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Беляєва С.В., Зубко Т.Л. Розробка алгоритму обґрунтування операційної стратегії та її вплив на конкурентоспроможність підприємства «Вісник»Київського національного університету технології та дизайну, №3(59), 2011, 177–182 с.
2. Роберт С. Каплан, Дейвид П. Нортон. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию. – М.: 2003. – 214 с.
3. Матвійчук А.В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
4. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций – СПб, Типография «Сезам», 2002 – 173 с.
5. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. –М.: Радио и связь, –1993.–320 с.

Надійшла 15.12.2011