



# ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА

УДК 519.876.2:510.6

Азарова А.О.,  
*к. т. н., доцент, професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем*  
Кукуруза М.І.,  
Івчук К.В.,  
Новицька О.В.,  
*технік Інституту менеджменту (ІНМ)*  
*Вінницький національний технічний університет*

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІВНЯ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ НА БАЗІ АПАРАТУ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Azarova A.O.,  
*cand. sc. (techn.), assoc. prof., professor of the department management and of information systems security*  
Kukuruza M.I.,  
Ivchuk K.V.,  
Novitska O.V.,  
*technician Institute of Management*  
*Vinnitsa National Technical University*

## MATHEMATICAL MODEL AND METHOD OF IDENTIFYING THE LEVEL OF STRATEGIC ENTERPRISE MANAGEMENT ON THE BASIS OF FUZZY SETS

**Постановка проблеми.** Подальший розвиток національної економіки потребує нових підходів в управлінні підприємствами. Значна роль при цьому належить стратегічному аспекту управління підприємством, а саме формуванню і реалізації стратегії на підприємстві як інструменту забезпечення ефективної діяльності не лише на поточний момент, але й на довгострокову перспективу [1].

Формування стратегії розвитку підприємства вимагає ретельного вивчення виробничо-технічних можливостей, визначення цілей та ключових проблем економічного суб'єкта, вибору та обґрунтування оптимального рішення, складання програми дій і перевірки її реалізації [2].

Сучасна глобалізована ринкова економіка формує нові вимоги до підприємств. Вони зумовлюються наявністю жорсткої конкуренції та необхідністю гнучко реагувати на неоднозначні зміни ситуації на ринках і в галузях діяльності підприємств. При цьому успіх підприємства залежатиме від здатності адаптуватися до змін середовища їх діяльності: передбачати і змінювати структуру бізнесу, розробляти і впроваджувати у виробництво нові види продукції, правильно визначати напрями інвестицій за різними видами діяльності тощо, щоб досягти успіху та забезпечити процвітання підприємства у перспективі. Це, власне, і є проблематикою його стратегії.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Серед провідних дослідників, які займалися вивченням питань, аналізованих у науковій роботі, слід зазначити таких

закордонних вчених, як І. Ансофф, Б. Берман, П. Друкер, А. Томпсон, А. Чандлер, а також вітчизняних науковців О. Віханського, В. Герасимчука, З. Кіндрацьку та ін.

Існує багато різних методів у теорії та практиці стратегічного управління підприємствами (СУП) в Україні. Зокрема серед них можна виділити такі, як SWOT-аналіз, PEST-аналіз, модель п'яти конкурентних сил Портера; матриця фірми "Єврокіп" та ін. Проте, жоден з існуючих підходів не є достатньо ефективним як за критерієм повноти аналізованої інформації, так і за точністю й швидкістю отримання результату на підприємстві. Ці методи аналізу рівня СУП містять обмежену кількість компонентів, які обираються для опису, що спричиняє їх неадекватність, а це суттєво обмежує їх практичне застосування [3].

**Постановка завдання.** Метою дослідження є визначення оптимального рішення щодо стратегічного управління підприємством та стимулювання діяльності вітчизняних підприємств щодо досягнення їх довгострокових цілей шляхом структурного та математичного моделювання СУП.

Завдання, які вирішуються у представлений статті:

- розроблення математичної моделі оцінювання рівня стратегічного управління підприємством;
- побудова математичного методу формалізації такої моделі на базі апарату нечітких множин;
- оцінювання рівня стратегічного управління.

Об'єктом дослідження є процес стратегічного управління підприємством.

Предмет дослідження – математичні моделі та методи оцінювання рівня стратегічного управління підприємством.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для розв'язання проблем, що виникають під час використання загальноприйнятих методів оцінки стратегії підприємства, запропонована модель оцінювання рівня стратегічного розвитку, яка дозволяє суттєво спростити стратегічне планування на вітчизняних підприємствах [4]. У таблиці 1 [5] представлено множину показників, сформованих за критеріями повноти, мінімальності та дієвості, за якими необхідно оцінювати рівень стратегічного розвитку підприємства.

Таблиця 1

## Показники, що використовуються для СУП

Види стратегій	Показники
Економічна стратегія	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ рентабельність витрат;</li> <li>➤ рентабельність активів;</li> <li>➤ рентабельність власного капіталу.</li> </ul>
Фінансова стратегія підприємства	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ середньорічний темп зростання власних фінансових ресурсів, що формуються із внутрішніх джерел;</li> <li>➤ частка власного капіталу;</li> <li>➤ коефіцієнт зносу основних засобів;</li> <li>➤ коефіцієнт покриття.</li> </ul>

Джерело: розроблено авторами

Відібрані показники формування математичної моделі відобразимо у таблиці 2 [5; 6].

Таблиця 2

## Відібрані показники формування структурної моделі СУП

Скорочена назва показника	Повна назва показника
<b>Економічна стратегія</b>	
$X_{11}$	рентабельність витрат;
$X_{12}$	рентабельність активів;
$X_{13}$	рентабельність власного капіталу.
<b>Фінансова стратегія підприємства</b>	
$X_{21}$	середньорічний темп зростання власних фінансових ресурсів, що формуються із внутрішніх джерел;
$X_{22}$	частка власного капіталу;
$X_{23}$	коефіцієнт зносу основних засобів;
$X_{24}$	коефіцієнт покриття.

Джерело: розроблено авторами

На основі множини параметрів  $x_i$  сформовано сукупності функцій перетворення: функція економічна та соціальна. У свою чергу кожна з функцій оцінюється на основі низки  $x_{ij}$ .

Рентабельність витрат – це показник, який відображає відношення прибутку підприємства до витрат підприємства:

$$x_{11} = \frac{l_1}{l_2} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $l_1$  – прибуток підприємства;

$l_2$  – загальні витрати підприємства.

Рентабельність активів – фінансовий коефіцієнт, що характеризує ефективність використання всіх активів підприємства:

$$x_{12} = \frac{l_1}{l_3} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $l_3$  – активи, що знаходяться у розпорядженні підприємства.

Рентабельність власного капіталу – фінансовий коефіцієнт, що характеризує ефективність використання власного капіталу. Показує віддачу (норму прибутку) на вкладений власний капітал.

$$x_{13} = \frac{l_1}{l_4} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де  $l_4$  – власний капітал підприємства.

Середньорічний темп зростання власних фінансових ресурсів – це показник, який показує на скільки змінився обсяг фінансових ресурсів у поточному та звітному періодах.

$$x_{31} = \frac{l_{12}}{l_{13}}, \quad (4)$$

де  $l_{12}$  – величина фінансових ресурсів у базовому періоді;

$l_{13}$  – величина фінансових ресурсів у звітному періоді.

Частка власного капіталу – це частка засобів, які є в розпорядженні суб'єкта господарювання для здійснення діяльності з метою отримання прибутку.

$$x_{32} = \frac{l_{14}}{l_4}, \quad (5)$$

де  $l_{14}$  – основний капітал підприємства.

Коефіцієнт зносу основних засобів – це та частка вартості основних засобів, що її списано на витрати виробництва в попередніх періодах.

$$x_{33} = \frac{l_{15}}{l_{16}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

де  $l_{15}$  – знос основних засобів;

$l_{16}$  – первісна вартість основних засобів, грн.

Коефіцієнт покриття – це коефіцієнт, що показує достатність ресурсів підприємства, які можуть бути використані для погашення його поточних зобов'язань.

$$x_{34} = \frac{l_{17} + l_{18}}{l_{19} + l_{20}}, \quad (7)$$

де  $l_{17}$  – оборотні активи;

$l_{18}$  – витрати майбутніх періодів;

$l_{19}$  – сума поточних зобов'язань;

$l_{20}$  – доходи майбутніх періодів.

Для формалізації вищевикладеної математичної моделі автори пропонують застосовувати математичний апарат нечіткої логіки. Перевагою даного апарату є його простота та широкий спектр застосування.

Оцінити представлені групи показників автори пропонується за трьома термами: Н – низький, С – середній, В – високий на основі узгоджених експертних знань (таблиця 3). Графіки функцій належності таких термів для обраної множини оцінювальних параметрів зображено на рис. 1.

Таблиця 3

## Експертна оцінка групи показників

Характеристичні точки	Значення показників для термів				
	a	a <sub>1</sub>	c	k	k <sub>1</sub>
1	2	3	4	5	6
Економічна стратегія					
X <sub>11</sub>	0	0,5	0,7	0,8	1
X <sub>12</sub>	0	0,4	0,5	0,8	1
X <sub>13</sub>	0	0,6	0,8	0,9	1
Фінансова стратегія підприємства					
X <sub>21</sub>	0	0,3	0,4	0,8	1
X <sub>22</sub>	0	0,3	0,5	0,9	1
X <sub>23</sub>	0	0,3	0,6	0,9	1
X <sub>24</sub>	0	0,2	0,4	0,7	1

Джерело: складено авторами на основі [7]

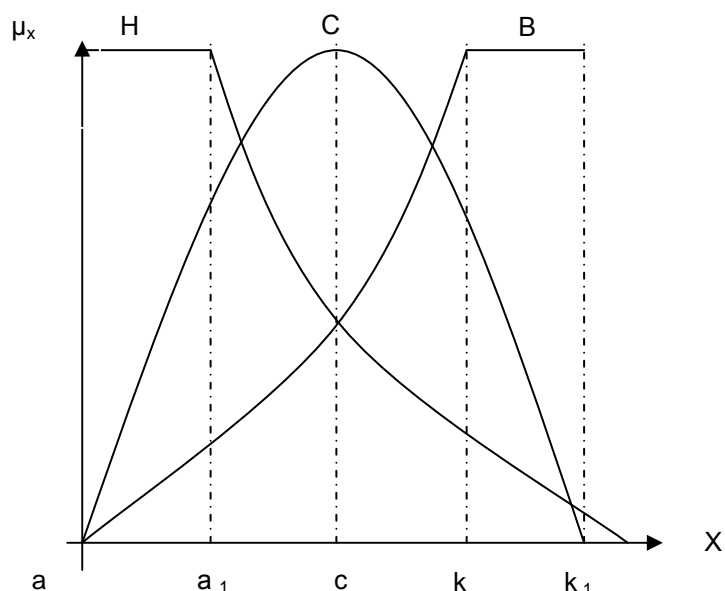


Рис. 1. Загальний вигляд графіка функції належності 3-х нечітких термів

Джерело: складено авторами на основі [7]

На основі графіку, що зображений на рисунку 1, залежності для 3-х нечітких термів мають вигляд:

$$\mu^H = \begin{cases} 1, & x \in [a; a_1] \\ \left(\frac{1-x}{a_1}\right)^n, & x \in [a_1; 1] \end{cases}$$

$$\mu^C(x_{11}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{4}\right)^2}, [0; 1]$$

$$\mu^B(x_{11}) = \begin{cases} \left(\frac{x}{k}\right)^n, & x \in [a; k] \\ 1, & x \in [k; 1] \end{cases}$$

На основі експертних даних формуємо матриці знань (табл. 4, 5) [7; 8].

Таблиця 4

Матриці знань для економічної стратегії

X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	f <sub>1</sub>
B	B	B	B
B	B	C	
C	C	B	
B	B	C	BC
C	C	B	
B	C	B	
C	H	C	C
H	C	H	
C	H	H	
C	C	H	HC
H	C	H	
C	H	C	
C	C	H	H
H	H	C	
H	H	H	

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 5

Матриці знань для фінансової стратегії підприємства

X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	X <sub>34</sub>	f <sub>2</sub>
B	B	B	B	B
B	C	C	B	
C	B	C	C	
B	B	B	B	BC
C	C	C	B	
B	C	B	C	
H	C	C	H	C
C	H	H	H	
C	C	C	C	
H	H	C	C	HC
C	C	H	H	
C	H	H	C	
H	H	C	H	H
C	H	H	H	
H	H	H	H	

Джерело: розроблено авторами

Логічні рівняння для групи показників f<sub>1</sub> (економічна стратегія)

$$\mu^B(f_1) = \mu^B(x_{11}) * \mu^B(x_{12}) * \mu^B(x_{13}) \cup \mu^C(x_{13}) \mu^C(x_{17}) * \mu^B(x_{18});$$

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

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

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

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

Логічні рівняння для групи показників f<sub>2</sub> (фінансова стратегія підприємства):

$$\mu^B(f_2) = \mu^B(x_{21}) * \mu^B(x_{22}) * \mu^B(x_{23}) * \mu^B(x_{24}) \cup \mu^B(x_{21}) * \mu^C(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^B(x_{24}) \cup \mu^C(x_{21}) * \mu^B(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^C(x_{24});$$

$$\mu^{BC}(f_2) = \mu^B(x_{21}) * \mu^B(x_{22}) * \mu^B(x_{23}) * \mu^B(x_{24}) \cup \mu^C(x_{21}) * \mu^C(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^B(x_{24}) \cup \mu^B(x_{21}) * \mu^C(x_{22}) * \mu^B(x_{23}) * \mu^C(x_{24});$$

$$\mu^C(f_2) = \mu^H(x_{21}) * \mu^C(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^H(x_{24}) \cup \mu^C(x_{21}) * \mu^H(x_{22}) * \mu^H(x_{23}) * \mu^H(x_{24}) \cup \mu^C(x_{21}) * \mu^C(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^C(x_{24});$$

$$\mu^{HC}(f_2) = \mu^H(x_{21}) * \mu^H(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^C(x_{24}) \cup \mu^C(x_{21}) * \mu^C(x_{22}) * \mu^H(x_{23}) * \mu^H(x_{24}) \cup \mu^C(x_{21}) * \mu^H(x_{22}) * \mu^H(x_{23}) * \mu^C(x_{24});$$

$$\mu^H(f_3) = \mu^H(x_{21}) * \mu^H(x_{22}) * \mu^C(x_{23}) * \mu^H(x_{24}) \cup \mu^H(x_{21}) * \mu^H(x_{22}) * \mu^H(x_{23}) * \mu^H(x_4).$$

У свою чергу кожен з вхідних первинних параметрів  $x_{ij}$  представляється у вигляді відповідної залежності від низки вхідних первинних параметрів (див. табл. 2).

Останній етап – дефазифікація, на якому здійснюється ідентифікація рівня стратегічного управління за такою залежністю:

$$\mu^{y_s} = \max \mu^{y_s}(f_1, \dots, f_2).$$

**Висновки та подальші дослідження.** Існуючі методи СУП базуються на дослідженні внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства, статистичних та управлінських даних, проте вони є недосконалими, оскільки не враховують багато чинників, що впливають на його стратегічний розвиток. Тому авторами розроблено математичну модель оцінювання рівня СУП, особливістю якої є те, що вона враховує множини первинних вхідних параметрів, множину критеріїв, а також декомпозицію складної функції оцінювання рівня СУП, що дозволяє чітко відобразити множину вхідних оцінювальних параметрів на множину вихідних рішень.

Запропоновані авторами статті математична модель та метод ідентифікації рівня СУП на базі математичного апарату нечітких множин дозволяє враховувати економічні суб'єкти з різними типами оцінювальних параметрів без урахування усіх можливих комбінацій їх значень, що суттєво знижує собівартість прийнятого рішення та зменшує часові витрати осіб, що його приймають. Крім того, стає можливим отримати оцінку використовуючи природну мову формулювання висновків експертами [8].

## Література

1. Азарова А.О. Оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства на базі нейронної мережі Хопфілда / А.О. Азарова, О.В. Антонюк // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2011. – № 83. – С. 46–58.
2. Азарова А.О. Вибір, планування та реалізація стратегії розвитку підприємства / А.О. Азарова, Н.С. Желюк // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – № 12. – С. 91–100.
3. Азарова А.О. Розробка СППР зі стратегічного управління з використанням методу ієрархічного цільового оцінювання альтернатив / А.О. Азарова, О.В. Форонова // Автоматика 2006: міжнародна конференція з автоматичного управління. – Вінниця, 2007. – С. 325-331.
4. Азарова А.О. Аналіз існуючих моделей та методик формування раціональної стратегії управління / А.О. Азарова, О.В. Форонова // Економіка: проблеми теорії та практики: Збірник наукових праць. Випуск 215: В 4 т. – Том IV. – Дніпропетровськ. ДНУ, 2006. – С. 1212-1222.
5. Азарова А.О. Побудова СППР зі стратегічного управління підприємством на базі апарату комплексної цільової програми / А.О. Азарова, О.В. Форонова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 5. – С. 140–145.

6. Антонюк О.В. Оцінка стратегічного потенціалу підприємства з використанням нейронної мережі Хопфілда / О.В. Антонюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 6. – С. 115-121.

7. Желюк Н.С. Основні етапи формування стратегії підприємства / Н.С. Желюк // Людський фактор в економіці та його перспективи в сучасній Україні. – Тернопіль, 2010. – С. 25–26.

8. Математичні модель та методи оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства / А.О. Азарова, О.М. Роїк, О.В. Антонюк, А.В. Сторожа // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 4 (103). – С. 90–99.

### References

1. Azarova, O.A., Antoniuk, O.V. (2011), "The estimation of the level of using of enterprise strategic potential on the basis of neural Hopfield net", *Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi*, no. 83, pp. 46–58.

2. Azarova, A.O. and Zheluk, N.S. (2010), "Selection, planning and implementation of the development strategy of the enterprise", *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 12, pp. 91-100.

3. Azarova, A.O. and Foronova, O.V. (2007), "Development of decision support systems in strategic management using the method of hierarchical target evaluation of alternatives", *Avtomatika 2006: international conference on automatic control*, Vinnitsa, pp. 325-331.

4. Azarova, A.O. and Foronova, O.V. (2006), "Analysis of existing models and methods of forming rational management strategy", *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky: Zbirnyk naukovykh prats*, DNU, Vol. IV, pp. 1222-1222.

5. Azarova, A.O. and Foronova, O.V. (2006), "Building DSS for with the strategic enterprise management on the basis of the apparatus of the complex foal program", *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, no. 5, pp.140-145.

6. Antoniuk, O.V. (2010), "The estimation of the enterprise strategic potential with using of neural Hopfield net", *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, no. 6, pp. 115-121.

7. Zheluk, N.S. (2010), "The main stages of formation of enterprise strategy", *Liudskyi faktor v ekonomitsi ta yoho perspektyvy v suchasni Ukraini*, pp. 25-26.

8. Azarova, A.O., Roik, O.M., Antoniuk, O.V., Storozha, A.V. (2012), "Mathematical models and methods of estimation of the level of company strategic potential", *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, no. 4 (103), pp. 90-99.