

УДК 330.4.001.57

## Технологія використання моделі економічної поведінки суб'єкта господарювання

**Удачина К.О.**

асистент кафедри економічної інформатики  
Національної металургійної академії України

**Бандоріна Л.М.**

кандидат економічних наук, доцент,  
завідувач кафедри економічної інформатики  
Національної металургійної академії України

У статті запропоновано підхід до визначення стадії розвитку суб'єкта господарювання на основі теорії нечітких множин з урахуванням динамічних властивостей економічних процесів. Авторами враховані кількісні і якісні характеристики підприємства, у результаті чого аналіз економічної поведінки та визначення життєвого циклу виконується більш достовірно та охоплює різні сторони діяльності підприємства. Розроблено програмний продукт, що дозволяє визначати фінансовий та маркетинговий стан суб'єкта господарювання, а також стадію його життєвого розвитку.

**Ключові слова:** стадія розвитку, нечіткі множини, продукційні правила, лінгвістична змінна, класифікатор, функція приналежності.

Удачина Е.А., Бандорина Л.Н. ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СУБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

В статье предложен подход к определению стадии развития предприятия на основе теории нечетких множеств с учетом динамических свойств экономических процессов. Авторами учтены количественные и качественные характеристики предприятия, в результате чего анализ экономического поведения и определения жизненного цикла выполняется более достоверно и охватывает различные стороны деятельности предприятия. Разработан программный продукт, позволяющий определять финансовое и маркетинговое состояние предприятия, а также стадию его жизненного развития.

**Ключевые слова:** стадия развития, нечеткие множества, производственные правила, лингвистическая переменная, классификатор, функция принадлежности.

Udachyna K.O., Bandorina L.M. TECHNOLOGY OF USE MODEL OF ECONOMIC BEHAVIOR OF BUSINESS ENTITY

Approach to the determination of the stage of development of enterprise based on fuzzy set theory, taking into account the dynamic properties of economic processes has been proposed in this article. Quantitative and qualitative characteristics of the enterprise has been taken into account by the authors, as a result of the analysis of economic behavior and determination of life cycle is performed more reliably and covers various aspects of the business. Software product, which allows to determine the financial condition of the enterprise and marketing, and the development stage of development has been developed.

**Keywords:** stage of development, fuzzy sets, production rules, linguistic variable, classifier, membership function.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Сучасним економічним системам притаманна властивість до раптових змін під впливом різноманітних факторів, які є результатом трансформаційних процесів. Саме тому необхідно контролювати економічну поведінку суб'єктів господарювання з метою уникнення кризових ситуацій та можливістю управління тривалістю стадій життєвого розвитку підприємства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню стадіям розвитку підприємства присвячено багато праць науковців [1, с. 171–172], [2, с. 9], [3, с. 674], [4, с. 142]. Шеста-

кова Є.В. запропонувала метод динамічних нормативів для визначення стадії життєвого циклу, який заснований на формуванні фіксованого набору показників, впорядкованих на основі ранжування їх руху [5, с. 200]. Зарубіжні вчені також розглядали дану проблему: І. Адізес, Д. Міллер [6], Ван Хорн Дж. К. [7].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Відкритим питанням залишається врахування впливу у комплексі якісних та кількісних показників на розвиток суб'єкта господарювання.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є побудова моделі

економічної поведінки суб'єкта господарювання та її впровадження на туристичному підприємстві.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На основі моделі економічної поведінки суб'єкта господарювання побудовано систему економічної поведінки, однією з функцій якої є визначення стадії життєвого розвитку.

Оскільки суб'єктом господарювання виступає туристична компанія, то оцінювати стадію розвитку пропонується на прикладі фінансової та маркетингової діяльності.

У сучасних ринкових умовах підприємство орієнтує свою діяльність на задоволення потреб ринку, на певного споживача, на якість товарів і послуг, чим і обґрунтовується вибір показників саме маркетингової підсистеми. Вибір показників фінансової діяльності обу-

мовлюється тим, що аналіз фінансово-економічного стану є одним із найважливіших елементів у системі управління суб'єктом господарювання, оскільки він дозволяє виявити слабкі сторони діяльності підприємства та визначити шляхи їх вирішення.

У розробленому програмному продукті користувач може самостійно обрати підсистему, період, за який визначатиметься стадія життєвого розвитку організації, а також ввести або завантажити необхідні статистичні дані. У якості вхідної інформації приймаються результати маркетингових досліджень, баланс, звіт з фінансових результатів. Введення даних користувачем здійснюється у наступне ділове вікно (рис. 1):

Після зчитування даних система розраховує відносну зміну показників, виконує їх нор-

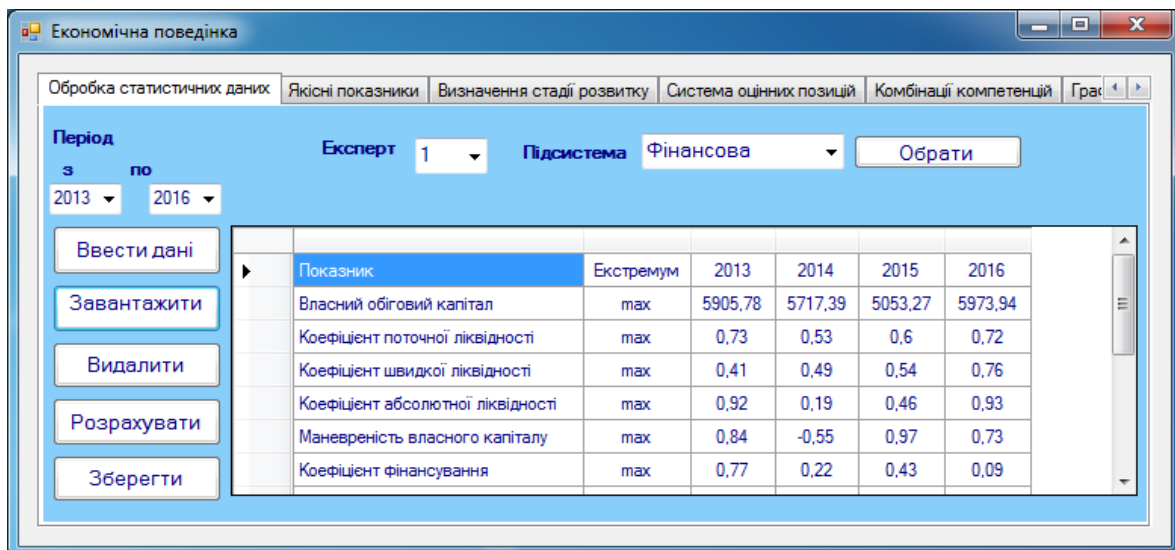


Рис. 1. Діалогове вікно системи для введення даних

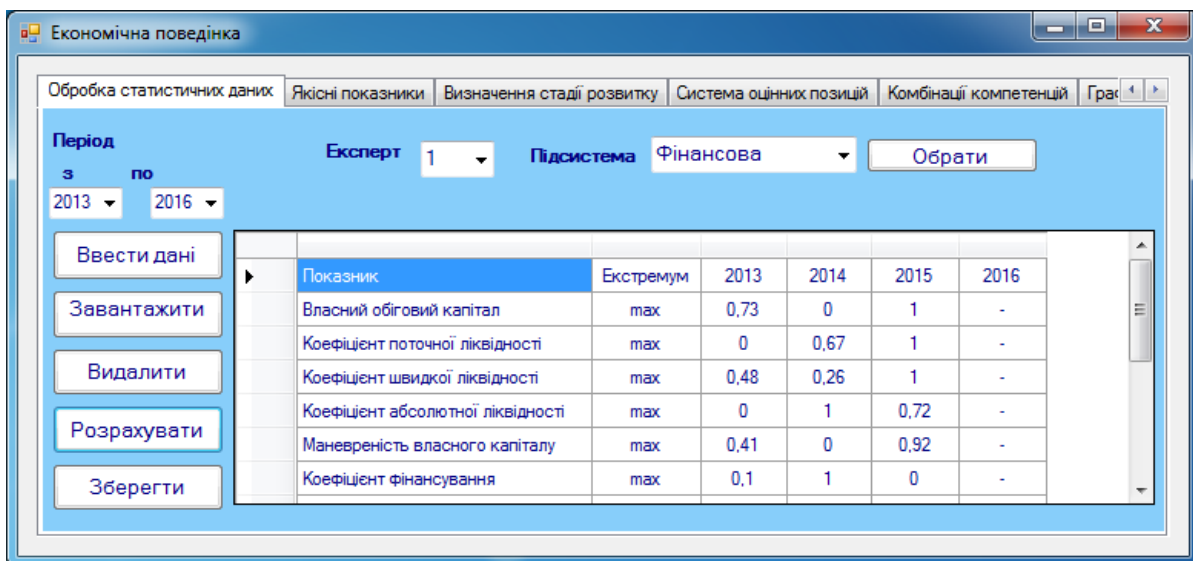


Рис. 2. Результати нормалізації відносних показників

малізацію і виводить результати у на екран (рис. 2).

На наступному етапі користувач завантажує оцінки експертів, виставлені якісним показникам за певною шкалою (табл. 1, рис. 3).

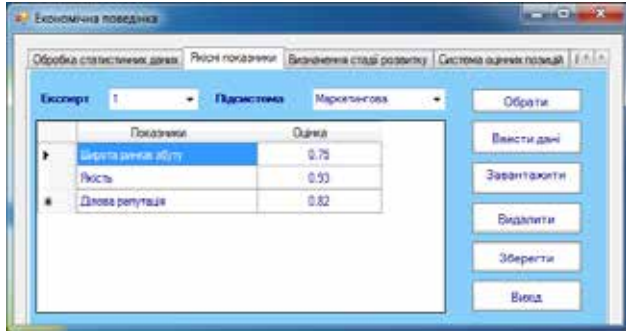


Рис. 3. Виставлення оцінок якісним показникам

Для аналізу кількісних і якісних показників експертом виставляються ранги спочатку у межах групи кожної підсистеми, а потім ранжуються групи у межах підсистеми у порядку зменшення їх важливості (рис. 4):

$$r_{j1} > r_{j2} > \dots > r_{jn^p} \quad (1)$$

де  $n^p$  – кількість критеріїв  $j$ -ої групи критеріїв  $p$ -ої підсистеми. Вагомість кожного окремого показника розраховується за правилом Фішберна [8, с. 86]:

$$\lambda^p_{ji} = \frac{2(n^p_j - r_{ji} + 1)}{(n^p_j + 1) \times n^p_j} \quad (2)$$

де  $\lambda^p_{ji}$  – коефіцієнт значущості пріоритету  $i$ -го критерію  $j$ -ої групи  $p$ -ої підсистеми.

На етапі фазифікації оцінки показників перетворюються у значення лінгвістичних змінних за допомогою певних функцій приналежності [9, с. 237].

Після етапу фазифікації виконується матрична схема агрегування даних за формулою подвійної згортки:

$$I^p_j = \sum_{i=1}^{n^p_j} \lambda^p_{ji} \sum_{s=1}^5 \alpha_s \mu^p_{jis} \quad (3)$$

де  $I^p_j$  – інтегральний показник  $j$ -ої групи  $p$ -ої підсистеми;

$\lambda^p_{ji}$  – ваговий коефіцієнт пріоритету  $i$ -го критерію  $j$ -ої групи  $p$ -ої підсистеми;

$\mu^p_{jis}$  – значення функції приналежності  $s$ -го якісного рівня щодо поточного значення  $i$ -го критерію  $j$ -ої групи  $p$ -ої підсистеми;

$\alpha_s$  – вузлові точки стандартного класифікатора, які розраховуються за формулою:

$$\alpha_s = \frac{b + c}{2} \quad (4)$$

де  $b, c$  – абсциси максимумів вершин відповідної терм-множини.

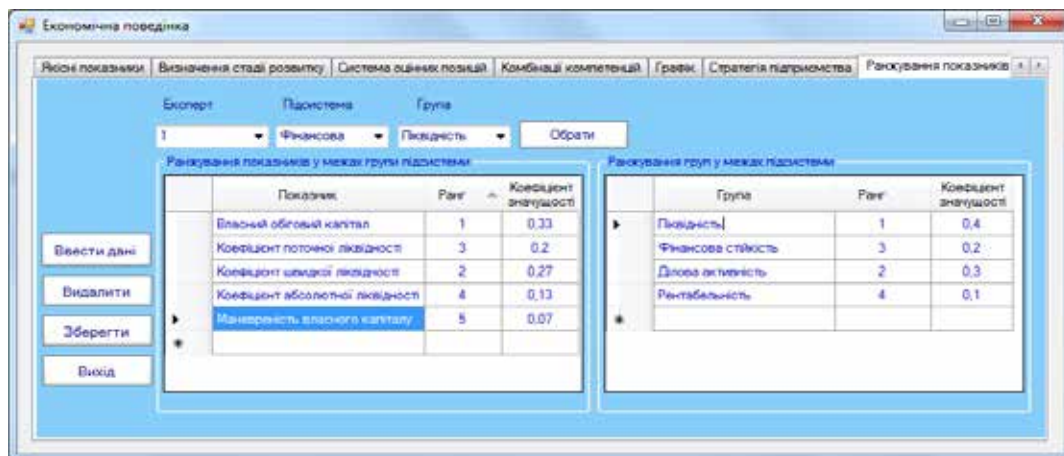


Рис. 4. Ранжування показників та груп у межах підсистеми

Таблиця 1

Критерії оцінювання показників з використанням нечітко-множинних описів

Показник	Інтервал допустимих значень оцінок (x)	Швидкість зміни показника
Широта ринків збуту	$0 \leq x < 0,25$	Дуже повільне зростання
	$0,25 \leq x < 0,45$	Повільне зростання
Якість	$0,45 \leq x < 0,65$	Середнє зростання
Ділова репутація	$0,65 \leq x < 0,85$	Стрімке зростання
	$0,85 \leq x \leq 1$	Дуже стрімке зростання

Розраховані інтегральні показники кожної групи певної підсистеми виступають вхідними даними для визначення стану кожної підсистеми.

Для розпізнавання фінансового стану застосовується чотирирівневий класифікатор (табл. 2), а функції приналежності – трапецієподібні нечіткі числа. Лінгвістична змінна може належати до однієї з чотирьох терм-множин: криза (К), передкриза (П), нестійкий стан (Н), стійкий стан (С).

Графічне зображення чотирирівневого класифікатора представлено на рисунку 5.

Розрахунок функцій приналежності підмножин терм-множини для чотирирівневого класифікатора наведено у таблиці 3.

Для визначення маркетингового стану підприємства використовується трирівневий класифікатор на основі трапецієподібних функцій приналежності (табл. 4). Лінгвістична змінна може належати до однієї з чотирьох терм-множин: тенденція до спаду (С), стабільність (СТ), тенденція до зростання (З).

Графічне зображення трирівневого класифікатора представлено на рисунку 6.

Таблиця 2

**Дані для моделювання чотирирівневого класифікатора для визначення фінансового стану підприємства**

Кількісні значення меж якісних рівнів швидкості зміни відповідного напрямку щодо нечітких умов приналежності				
Терм-множина	К	П	Н	С
Інтервал значень носія	[0, 0.0625, 0.1875, 0.3125]	[0.1875, 0.3125, 0.4375, 0.5625]	[0.4375, 0.5625, 0.6875, 0.8125,]	[0.6825, 0,8125, 0.9375, 1]

Таблиця 3

**Розрахунок функцій приналежності підмножин терм-множини для чотирирівневого класифікатора**

Терм-множина	Формула
Криза	$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.1875; \\ \frac{0.1875 - x}{0.3125 - 0.1875}, & \text{якщо } 0.1875 \leq x < 0.3125; \\ 0, & \text{якщо } 0.3125 \leq x \leq 1. \end{cases}$
Передкриза	$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.1875 \\ \frac{x - 0.1875}{0.3125 - 0.1875}, & \text{якщо } 0.1875 \leq x < 0.3125; \\ 1, & \text{якщо } 0.3125 \leq x < 0.4375; \\ \frac{0.5625 - x}{0.5625 - 0.4375}, & \text{якщо } 0.4375 \leq x < 0.5625; \\ 0, & \text{якщо } 0.5625 \leq x \leq 1. \end{cases}$
Нестійкий	$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.4375 \\ \frac{x - 0.4375}{0.5625 - 0.4375}, & \text{якщо } 0.4375 \leq x < 0.5625; \\ 1, & \text{якщо } 0.5625 \leq x < 0.6875; \\ \frac{0.8125 - x}{0.8125 - 0.6875}, & \text{якщо } 0.6875 \leq x < 0.8125; \\ 1, & \text{якщо } 0.8125 \leq x \leq 1. \end{cases}$
Стійкий	$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.6875; \\ \frac{x - 0.6875}{0.8125 - 0.6875}, & \text{якщо } 0.6875 \leq x < 0.8125; \\ 1, & \text{якщо } 0.8125 \leq x \leq 1. \end{cases}$

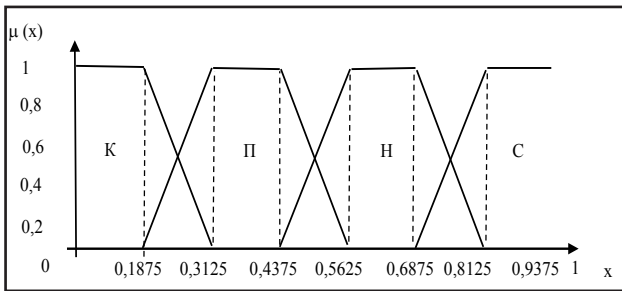


Рис. 5. Графічне зображення функцій приналежності чотирирівневого класифікатора

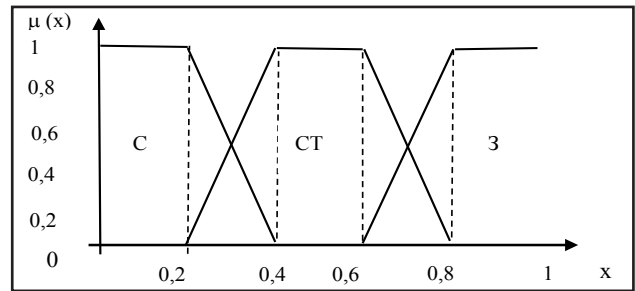


Рис. 6. Графічне зображення функцій приналежності чотирирівневого класифікатора

Таблиця 4

**Дані для моделювання трирівневого класифікатора для визначення маркетингового стану підприємства**

Кількісні значення меж якісних рівнів швидкості зміни відповідного напрямку щодо нечітких умов приналежності			
Терм-множина	С	СТ	З
Інтервал значень носія	[0, 0.1, 0.2, 0.4]	[0.2, 0.4, 0.6, 0.8]	[0.6, 0.8, 0.9, 1]

Таблиця 5

**Розрахунок функцій приналежності підмножин терм-множини для трирівневого класифікатора**

Терм-множина	Формула
Тенденція до спаду	$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.2; \\ \frac{0.4 - x}{0.4 - 0.2}, & \text{якщо } 0.2 \leq x < 0.4; \\ 0, & \text{якщо } 0.4 \leq x < 1. \end{cases}$
Стабільність	$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.2 \\ \frac{x - 0.2}{0.4 - 0.2}, & \text{якщо } 0.2 \leq x < 0.4; \\ 1, & \text{якщо } 0.4 \leq x < 0.6; \\ \frac{0.8 - x}{0.8 - 0.6}, & \text{якщо } 0.6 \leq x < 0.8; \\ 0, & \text{якщо } 0.8 \leq x \leq 1. \end{cases}$
Тенденція до зростання	$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 \leq x < 0.6; \\ \frac{x - 0.6}{0.8 - 0.6}, & \text{якщо } 0.6 \leq x < 0.8; \\ 1, & \text{якщо } 0.8 \leq x \leq 1. \end{cases}$

Таблиця 6

**Нечітка база правил**

№ правила	Вхідні змінні – інтегральні показники підсистем				Вихідна змінна – стадія життєвого розвитку
k	$x_1$	$x_2$	...	$x_p$	y
1	$\mu_1^1$	$\mu_2^1$	...	$\mu_p^1$	$y_1$
2	$\mu_1^2$	$\mu_2^2$	...	$\mu_p^2$	$y_2$
...	...	...	...	...	...
K	$\mu_s^1$	$\mu_s^2$	...	$\mu_s^p$	$y_k$

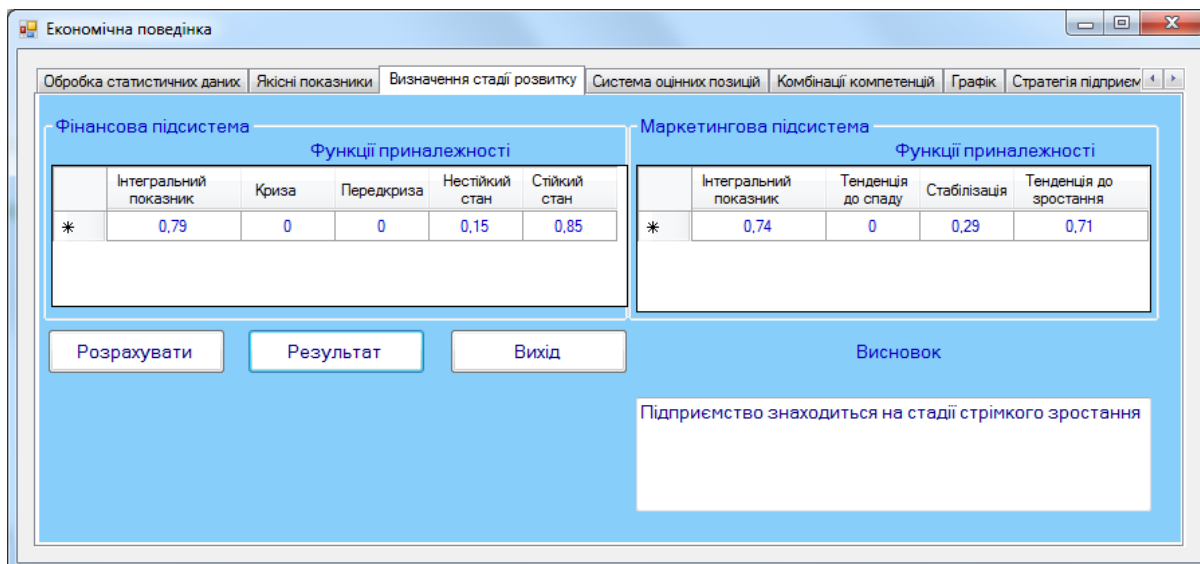


Рис. 7. Результати розрахунків

Розрахунок функцій приналежності підмножин терм-множини для трирівневого класифікатора наведено у таблиці 5.

Аналогічним чином розраховані функції приналежності згортаються до інтегрального показника у межах підсистеми (див. (3)).

Після отримання інтегральних показників кожної підсистеми розраховуються їх функції приналежності до кожного терму, а також описуються продукційні правила, які складаються з декількох умов (антецедентів) та висновку (консеквенту). Оскільки вагові коефіцієнти продукційних правил не вказані, то їх значення за замовчуванням приймаються рівними одиниці. Більшість нечітких систем використовують правила для опису залежностей між лінгвістичними змінними [10, с. 30].

Загальний вигляд продукційного правила:  
якщо  $(x \in \tilde{A})$ , то  $(y \in \tilde{B})$ , (5)

де  $x, y$  – лінгвістичні змінні,  $\tilde{A}, \tilde{B}$  – значення, яким відповідає лінгвістичний терм з базової терм-множини лінгвістичної змінної;

$x \in \tilde{A}$  – передумова (посилка чи антецедент);

$y \in \tilde{B}$  – висновок (дія чи консеквент).

Антецедент може включати в себе більше однієї посилки, які можуть поєднуватися логічними зв'язками: І (кон'юнкція), АБО (диз'юнкція). Процес розрахунку нечіткого правила відбувається на основі узагальнення та висновку. По-перше, треба визначити ступінь приналежності всього антецедента правила, для чого застосовують два оператори: MIN та MAX. Якщо висловлювання у склад-

ному антецеденті поєднані логічною зв'язкою І, то застосовується оператор MIN, якщо – логічною зв'язкою АБО, то застосовується оператор MAX.

Нечіткі правила якісно описують вплив інтегральних показників певної підсистеми на вихідний показник – стадію життєвого розвитку. Сукупність вхідних змінних можна представити у вигляді вектору:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ ,  $p = 1, P$ ,  $p$  – індекс підсистеми,  $P$  – кількість підсистем;  $y$  – вихідна змінна;  $k$  – номер правила,  $1, K$ ,  $K = s_1 * s_2 * \dots * s_p$ ,  $K$  – кількість правил;  $s$  – кількість лінгвістичних термів у межах кожної підсистеми. База правил для визначення стадії життєвого розвитку наведена у таблиці 6.

Функція приналежності розраховується за правилом максимуму [11, с. 87]:

$$\mu_{y_k}(x) = \bigvee_{k=1, K} \bigwedge_{p=1, P} [\mu_s^p(x_p)]. \quad (6)$$

В результаті робиться висновок щодо стадії розвитку суб'єкта господарювання (рис. 7). Отже, туристична компанія знаходиться на стадії стрімкого зростання.

**Висновки з цього дослідження.** У статті побудовано систему економічної поведінки на основі теорії нечітких множин, яка дозволяє всестороннє оцінювати діяльність підприємства та визначати стадію розвитку суб'єкта господарювання. Розроблений програмний продукт був впроваджений на туристичному підприємстві, що підтверджує актуальність проведеного дослідження та значні можливості практичного застосування запропонованих рішень.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Поплавська Ж. В. Сутність життєвого циклу підприємств та фактори, що впливають на його формування / Ж. В. Поплавська, Т. В. Доненко // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету. – 2008. – № 18.8. – С. 169–175.
2. Корягіна С. В. Економічна оцінка та планування життєвого циклу розвитку підприємства : автореф. дис. ... канд. екон. наук / С. В. Корягіна. – Львів, 2004. – 21 с.
3. Бланк И. А. Управление активами / И. А. Бланк. – К. : НикаЦентр, 2000. – 720 с.
4. Князевич А. О. Управління стадіями життєвого циклу підприємств / А. О. Князевич // Науковий вісник Ужгородського університету. – Серія «Економіка». – Вип. 2(36). – 2012. – С. 140–143. <http://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/3428/1/УПРАВЛІННЯ%20СТАДІЯМИ%20ЖИТТЄВОГО%20ЦИКЛУ%20ПІДПРИЄМСТВ.pdf>.
5. Шестакова Е. В. Методические основы оценки стадии развития предприятия как самоорганизующейся системы / Е. В. Шестакова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 4(165). – С. 198–206.
6. 13. Miller, D. & Friesen, P. H. (1984) A longitudinal study of the corporate life cycle. *Management Science*, 30, 1984a, 1161-1183.
7. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами / Дж. К. Ван Хорн. – М.: Финансы и статистика. – 1997. – 800 с.
8. Ковальчук К. Ф. Оцінка ефективності інформаційно-інтелектуальних технологій: монографія / К. Ф. Ковальчук, Л. М. Бандоріна, Л. М. Савчук. – Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2007. – 198 с.
9. Удачина К. О. Визначення стадії розвитку суб'єкта господарювання на основі теорії нечітких множин / К. О. Удачина, Л. М. Бандоріна // Вісник Національної академії наук України. – Серія «Економічні науки» – 2010. – № 4. – Том 2. – С. 235-238.
10. Матвійчук А. О. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу / А. О. Матвійчук // Вісник НАН України. – 2010. – № 9. – С. 24-46.
11. Максимович В. М. Механізми реалізації моделі адаптивної системи захисту інформації / В. М. Максимович, І. І. Рудик // Інформ. безпека. – 2010. – № 2(4). – С. 86–90.