

Стогній // Вісник НАН України. – 2005. – № 3. – С. 32–40.

3. Економічна безпека України: сутність і напрямки забезпечення / В.Т. Шлемко, І.Ф. Бінько. – К. : НІСД, 1997. – 144 с.

4. Дегтярев Е.В. Проблема техносфери в контексте воззрень В.И. Вернадского на ноосферу / Е.В. Дегтярев // Вестник Государственного Челябинского университета, 2009. – № 29 (167). – С. 140 – 143

5. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста / АН СССР ; Ред. колл. А.Л. Яншин, С.Р. Микулинский, И.И. Мочалов. – М. : Наука, 1988. – 520 с.

6. The Global Competitiveness Report 2010-2011 / World Economic Forum [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)

7. Про затвердження Методики розрахунку рівня економічної безпеки : Наказ Міністерства економіки України 02.03.2007 № 60 [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1022.4251.0>

8. Лященко О.В. Зарубіжний досвід інноваційного розвитку в умовах глобалізації економіки / О.В. Лященко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №5. – Т. 4. – С. 271–274.

Надійшла 08.02.2012; рецензент: д. е. н. Лазаришина І. Д.

УДК 004:371.213.8

Н. М. ГАРМАТІЙ, О. В. КАРЕЛІНА

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ В ЕКОНОМІЦІ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН У СЕРЕДОВИЩІ МАТЛАВ

*В статті економіко-математичними методами визначено інтегрований показник оцінки інвестиційної привабливості регіону. Застосовуючи теорію нечітких множин визначено кількісні та якісні чинники, які впливають на інвестиційну привабливість регіону.*

*In the article by economic-mathematical methods certainly integrated index of estimation of investment attractiveness of region. Applying the theory of unclear plurals quantitative and high-quality factors which influence on the investment attractiveness of region are certain.*

*Ключові слова: нечіткі множини, база знань, терм-множини, апроксимація залежностей.*

**Постановка проблеми.** Ефективне функціонування економічних систем на сучасному етапі розвитку міжнародного співробітництва вимагає використання найбільш перспективних методів та напрямів дослідження в області моделювання складних систем. Останнім часом одним з основних напрямів прикладних досліджень у цій галузі є нечітке моделювання.

Нечітке моделювання виявляється особливо корисним, коли під час опису економічної системи чи бізнес-процесу присутня невизначеність, яка ускладнює або навіть виключає можливість використання точних кількісних методів і підходів. Зокрема, невизначеність може стосуватися таких аспектів модельних представлень: неясність та нечіткість опису границі системи або окремих її станів, невизначеність появи тих чи інших подій, неповнота уявлення про систему у зв'язку з розв'язанням проблем, що погано формалізуються, тощо.

Нечітка логіка, яка є основою реалізації методів нечіткого моделювання, більш природно описує характер людського мислення і хід його міркувань, ніж традиційні формально-логічні системи. Саме тому використання математичних методів для представлення нечіткої інформації дозволяє будувати моделі, які найбільш адекватно відображають різні аспекти невизначеності, що постійно присутня в складних економічних системах.

**Аналіз останніх досліджень.** Найбільш вагомими роботами в області нечіткої логіки та нечіткого моделювання є публікації Дж. Беджека, В.В. Вітлінського, В.М. Вовка, Д. Дюбуа, Л. Заде, В. Матвійчука, А. Пряда, М. Сугено, Р. Ягера та ін. Однак, незважаючи на велику кількість теоретичних робіт, прикладне значення нечітких моделей довгий час ставилося під сумнів, а вітчизняні розробки цих моделей та їх застосування в галузі економіки велися недостатньо активно. На початку 90-х років минулого століття нечітка логіка та теорія нечітких множин набули свого розвитку в цілому ряді програмних засобів підтримки прийняття рішень та в експертних системах аналізу даних.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Прогнозування наслідків рішень, що ґрунтуються на нечіткій входній інформації та за відсутності аналітичної залежності між входними та вихідними параметрами найбільше пристосований математичний апарат теорії нечітких множин. Він дозволяє формалізувати за допомогою математичного апарату нечіткої логіки зв'язки між шуканими параметрами та факторами, що впливають на них. Застосування теорії нечітких множин дозволяє описати ці зв'язки природною мовою, звільняючи дослідження від трудомістких процедур побудови функціональних залежностей.

База знань, на основі якої пропонується оцінювання інвестиційної привабливості в регіонах

України, формується експертами у результаті оцінки відповідних причинно-наслідкових зв'язків.

В одній з основних своїх праць Л. Заде запропонував при створенні моделей на основі теорії нечітких множин використовувати такі поняття [1, с. 68–72]:

1. Універсальна множина  $U$  – повна множина, що охоплює всю проблемну область.

2. Нечітка множина  $F$  на універсальній множині  $U$  – це сукупність пар  $(\mu_F(u), u)$ , де  $\mu_F(u)$  – рівень належності елемента  $u \in U$  до нечіткої множини  $F$ . Цей рівень задається в діапазоні  $[0, 1]$ . Елемент  $u$  з більшим рівнем належності має більшу відповідність властивостям нечіткої множини  $F$ .

3. Функція належності  $\mu_F(u)$  відображає рівень належності кожного елемента універсальної множини  $U$  нечіткій множині  $F$  і набуває значень від 0 до 1.

У випадку скінченного числа елементів множини  $U = (u_1, u_2, u_3, \dots, u_n)$  нечітку множину  $F$  можна записати у вигляді:

$$F = \sum_{i=1}^m \mu_F(u_i) / u_i \quad (1)$$

У випадку неперервної множини  $U$  нечітка множина  $F$  матиме вигляд:

$$F = \int_u \mu_F(u) / u \quad (2)$$

4. Лінгвістична змінна – це змінна, значення якої є слова або словосполучення деякої природної чи штучної мови.

5. Терм-множина – це множина, елементами якої є всі можливі значення лінгвістичної змінної.

6. Терм – це елемент терм-множини.

Основними операціями у теорії нечітких множин, що застосовуються у моделюванні є:

Операція доповнення множини  $F$ :

$$\bar{F} = \sum_{i=1}^m \{1 - \mu_F(u_i)\} / u_i \quad (3)$$

де  $1 - \mu_F(u) = \mu_{\bar{F}}(u)$

Операція об'єднання множин:

$$R \cup G = \sum_{i=1}^m \{\mu_R(u_i) \cup \mu_G(u_i)\} \quad (4)$$

де  $\mu_R(u_i) \cup \mu_G(u_i) = \mu_{R \cup G}(u_i)$ ;

$\cup$  – знак оператора взяття максимуму.

Операція перетину множин:

$$R \cap G = \sum_{i=1}^m \{\mu_R(u_i) \cap \mu_G(u_i)\} \quad (5)$$

де  $\mu_R(u_i) \cap \mu_G(u_i) = \mu_{R \cap G}(u_i)$ ;

$\cap$  – оператор взяття мінімуму.

Дані операції використовуються при складанні нечітких логічних рівнянь. Операції взяття максимуму чи мінімуму відповідають логічним операціям «або» та «і» у чіткій логіці.

Знаючи про причинно-наслідковий зв'язок двох факторів, наприклад «якщо  $R$  то  $G$ », що використовують нечіткі множини  $R \subset U$ ,  $G \subset V$ , можна виконати нечіткий логічний висновок

$R \rightarrow G, R' \rightarrow G'$ , який означає, що у випадку якщо з факту  $R$  слідує фактор  $G$ , то з факту  $R'$  слідує факт  $G'$ , де  $R, G, R', G'$  – нечіткі множини.

Таким чином складається база знань, за допомогою якої виконується апроксимація залежності  $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , що має назву нечіткого логічного висновку.

Для виконання операцій нечіткого логічного висновку необхідно знати нечітке відношення між множинами. Нечітке відношення між множинами  $R \subset G, G \subset V$ , що задані на універсальних множинах  $W = (W_1, W_2, \dots, W_m)$  і  $V = (V_1, V_2, \dots, V_n)$ , визначається матрицею, що має такий вигляд:

$$Y = RxG = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \{ \mu_R(w_i) \cap \mu_G(v_j) \} \quad (6)$$

Враховуючи досвід застосування математичного апарату нечіткої логіки у задачах медичної діагностики [3, с. 124–128], побудови багатofакторних залежностей для процесів біоконверсії [4, с. 53] та в інших задачах моделювання можливо застосувати нечіткі множини у моделюванні бізнес-процесів в складних економічних системах.

Нехай у нашій моделі оцінки інвестиційної привабливості регіону  $G = \{y_1, y_2, y_3\}$  – множина нечітких вхідних показників, що дозволять здійснити інтегровану оцінку привабливості регіону в представлені величини  $G$ . Складена авторами таблиця 1 чинників, що мають вплив на інтегровану оцінку інвестиційної привабливості регіонів і на основі яких будемо здійснювати моделювання.

Таблиця 1

**Чинники моделі оцінювання інвестиційної привабливості регіону**

	Чинники	Позначення
1	Фінансово економічний рівень в регіоні	$y_1$
	а) рівень притоку інвестицій в регіоні;	$x_1$
	б) рівень виробництва та сфери послуг в регіоні;	$x_2$
	в) рівень експорту в регіоні	$x_3$
	г) рівень імпорту в регіоні;	$x_4$
2	Рівень природного сприяння в регіоні	$y_2$
	а) природні умови;	$x_5$
	б) факт мажорні обставини впровадження інвестицій;	$x_6$
3	Рівень економіко-політичного сприяння в регіоні	$y_3$
	а) внутрішньополітична ситуація в регіоні;	$x_7$
	б) зовнішні чинники, які впливають на ситуацію в регіоні;	$x_8$

Всі ці економічні показники будуть в подальшому застосовані у математичному моделюванні, при визначенні функціональних залежностей. Перелік даних показників охоплює сукупність традиційних показників, що характеризують економічну ситуацію та специфіку конкретного проміжку часу.

Терми, які використовуються для лінгвістичної оцінки відібраних впливових чинників (змінних моделі) та їх діапазони зміни представлені у табл. 2

У моделі використовуються параметри у якісному та кількісному вимірі. Рівень інвестиційної привабливості у регіоні будемо визначати в таких діапазонах:  $G_1$  – високий (від 80% до 100%);  $G_2$  – вище за середній (від 60% до 80%);  $G_3$  – середній (від 40% до 60%);  $G_4$  – нижче за середній (від 20% до 40%);  $G_5$  – низький (від 0% до 20%). Вказані параметри  $G_1, G_2, G_3$  будемо називати рівнями інвестиційної привабливості в регіоні, а результатом модельних експериментів буде відсоткова зміна (від 0% до 100%).

Математичне моделювання з використанням засад нечіткої логіки потребує здійснити вибір методу побудови функцій належності (ФН), які забезпечать формалізацію нечітких термів. Теорія нечітких множин дає можливість використовувати різні методи побудови функцій належності. Тому доцільно виділити ряд критеріїв, що допомогли б вирішити питання побудови функцій належності.

Терми для лінгвістичної оцінки відібраних чинників та діапазони їх зміни

Змінна	Назва змінної	Діапазон зміни	Терми (рівень впливу чинника)
$x_1$	Рівень притоку інвестицій в основний капітал в регіоні	1,4–30 млн грн	низький (Н) нижче за середній (НС) середній (С) вище за середній (ВС) високий (В)
$x_2$	Рівень виробництва та сфери послуг в регіоні	0–120%	низький (0–52) (Н) середній (75–105)(С) високий (110–120) (В)
$x_3$	Рівень експорту в регіоні	млн. дол. США	низький (100–300) (Н) середній (500–1500) (С) високий (2000–10000) (В)
$x_4$	Рівень імпорту в регіоні	млн. дол. США	низький (100–300) (Н) середній (500–1500) (С) високий (2000–10000) (В)
$x_5$	Природні умови	0–100%	негативні (0–20)(НЕ) нормальні (30–60)(НО) сприятливі (70–100)(СП)
$x_6$	Фарс-мажорні обставини впровадження інвестицій	0–100%	Є (0–20)(С) можливі (30–60)(М) відсутні (70–100)(ВД)
$x_7$	Внутрішньополітична ситуація в регіоні	0–100%	нестабільна (НС) стабільна (С)
$x_8$	Зовнішні чинники, які впливають на ситуацію в регіоні	0–100%	низькі (0–20)(Н) середні (20–50)(С) високі (50–100)(В)

Конкретний вид функцій належності визначається на основі різних додаткових припущень про властивості цих функцій (симетричність, монотонність, неперервність першої похідної тощо) з урахуванням специфіки наявної невизначеності та реальної ситуації.

У нашій моделі визначення інтегрального показника інвестиційної привабливості регіону ми застосуємо трапецевидне представлення вхідних показників. Формалізацію вхідних показників у середовищі MATLAB представлено на рис. 1–2.

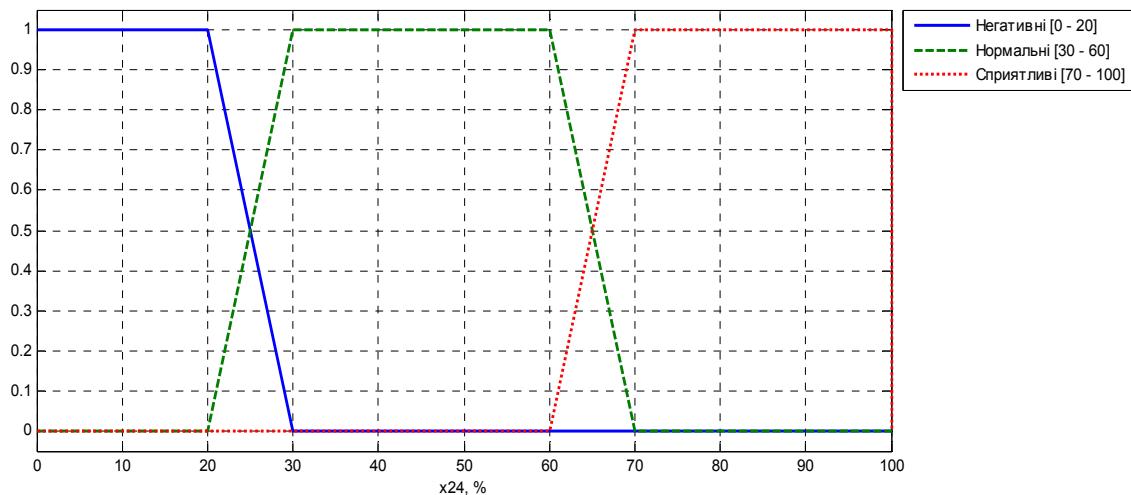


Рис. 1. Формалізація показника природні умови

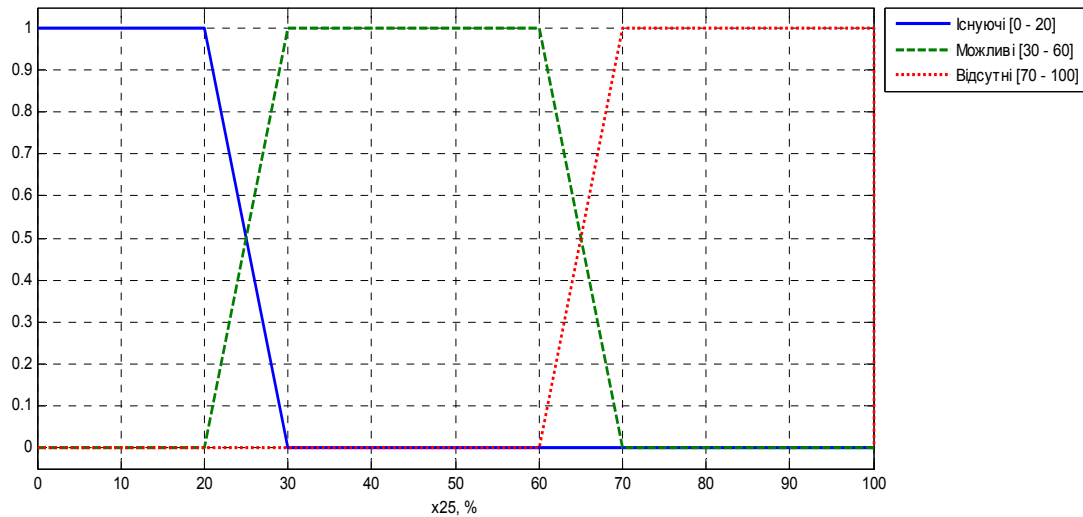
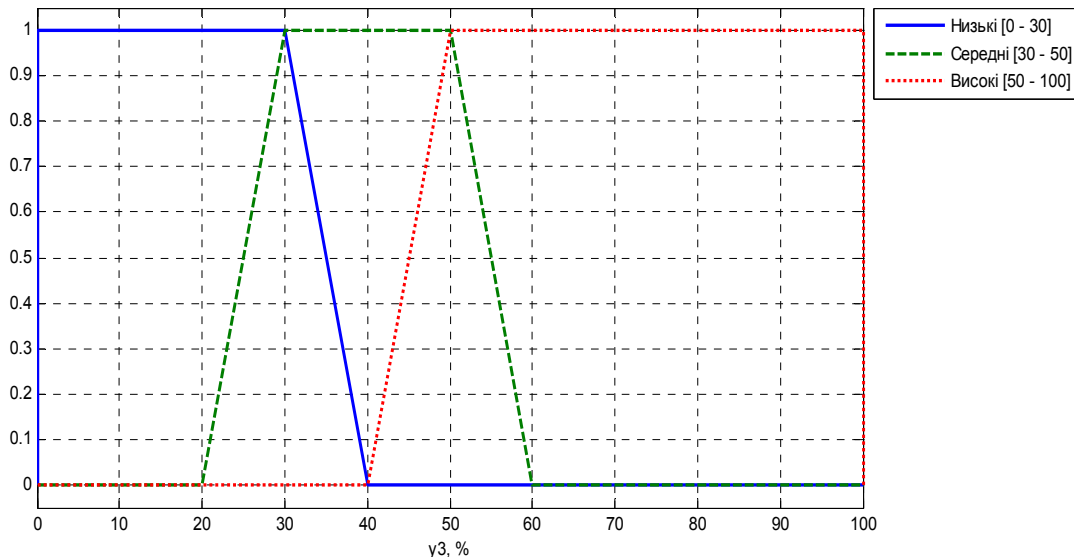


Рис. 2. Формалізація показника форс-мажорні обставини впровадження інвестицій

Формалізоване представлення чинника  $y_2$  – рівень природного сприяння в регіоні, формалізовані в середовищі MATLAB представлено на рис. 3.

Рис. 3. Формалізоване представлення показника  $y_2$  – рівень природного сприяння в регіоні

На наступному етапі виконується структурна ідентифікація. Вона є формуванням нечіткої бази знань, що грубо відображає нелінійний взаємозв'язок «вхід - вихід» за допомогою лінгвістичних правил <Якщо-то>. Ці правила генеруються експертом або отримуються в результаті екстракції нечітких знань з експериментальних даних. На другому етапі відбувається параметрична ідентифікація досліджуваної залежності шляхом знаходження таких параметрів нечіткої бази знань, які мінімізують відхилення результатів нечіткого моделювання від експериментальних даних. Параметрами, що настраюються, є ваги правил і параметри функцій приналежності нечітких термів.

База знань чинника  $y_2$  - рівень природного сприяння в регіоні представлено у табл. 3.

#### База знань 1.1 для змінної $y_2$ та нечіткі логічні висловлювання

Вхідні змінні:

$x_5$  – природні умови (НЕ, НО, СП);

$x_6$  – форс-мажорні обставини (Є, М, ВД);

Вихідна змінна:

$y_2$  – рівень природного сприяння в регіоні (Н, НС, С, ВС, В);

База знань 1.1 для змінної  $y_2$ 

$x_5$	$x_6$	$y_2$	$\omega$
HE	Є	Н	$\omega_1$
HE	М	НС	$\omega_2$
НО	М	С	$\omega_3$
СП	ВД	ВС	$\omega_4$
СП	ВД	В	$\omega_5$

Якщо [ $x_5 = HE$ ] та [ $x_6 = Є$ ] то  $y_2 = Н$

Якщо [ $x_5 = HE$ ] та [ $x_6 = М$ ] то  $y_2 = НС$

Якщо [ $x_5 = НО$ ] та [ $x_6 = М$ ] то  $y_2 = С$

Якщо [ $x_5 = НО$ ] та [ $x_6 = ВД$ ] то  $y_2 = ВС$

Якщо [ $x_5 = СП$ ] та [ $x_6 = ВД$ ] то  $y_2 = В$

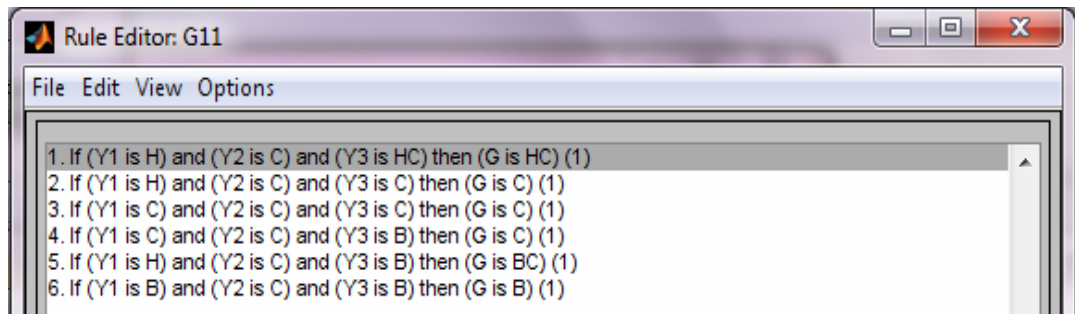
Використавши статистичні дані по Тернопільському та Одеському регіонах, які представлені в табл. 4 з джерела [7], розрахуємо інтегральний показник інвестиційної привабливості по Тернопільському та Одеському регіонах.

Таблиця 4

Статистичні дані по Тернопільському та Одеському регіонах

Назва регіону	$x_1$ , тис. грн	$x_2$ , %	$x_3$ (млн. дол. США)	$x_4$ (млн. дол. США)
Тернопільський регіон	2109	103	131,4	209,8
Одеський регіон	3775	103	1684,4	3520,3

Після наповнення бази знань по кожному проміжному показнику у програмному середовищі MATLAB, одержимо певний набір правил, фрагмент правил для результуючого показника G представлено на рис. 4.

Рис.4. Фрагмент представлення правил змінних  $Y$  з кінцевим показником  $G$  у програмному середовищі MATLAB

Дефазифікація вихідних показників нашої моделі буде здійснюватись методом «центру ваг», зручне представлення якого є у моделі Мамдані [5] програмного середовища MATLAB. Наочне представлення дефазифікації інтегрального показника інвестиційної привабливості по Тернопільському регіону представлено на рис. 5.

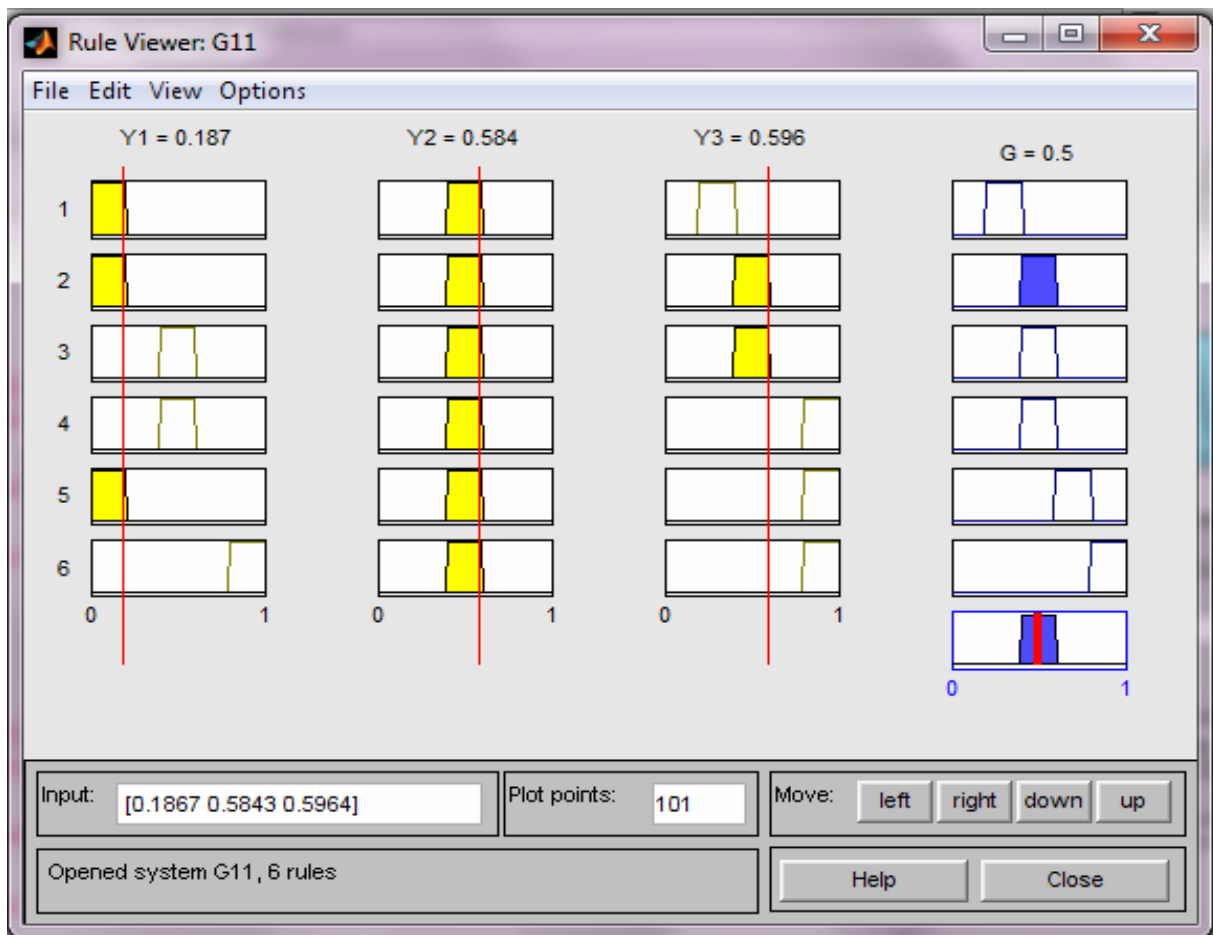


Рис. 5. Дефазифікація вихідного показника інвестиційної привабливості Тернопільського регіону

Отже, рівень інвестиційної привабливості по Тернопільському регіону склав  $G=0.5$ , що відповідно нашої шкали відповідає середньому рівню (від 40% до 60%).

По Одеському регіону  $y_1=0.801$ ;  $y_2=0.572$ ;  $y_3=0.825$ . Після процедури дефазифікації в програмному середовищі MATLAB, рівень інвестиційної привабливості по Одеському регіону склав 0,9, що відповідає за нашою шкалою (від 80% до 100%) високому рівню.

**Висновки.** Перспективним напрямом нечіткого моделювання економічних систем є використання інтегрованого програмного середовища MATLAB. Нечітке моделювання в середовищі MATLAB здійснюється з використанням розширення Fuzzy Logic Toolbox, в якому реалізовані десятки функцій нечіткого виводу і нечіткої логіки. Найбільш зручним є графічний інтерактивний режим моделювання MATLAB, в якому користувач може створювати та редагувати функції належності окремих термів системи нечіткого виводу. Окрім того, MATLAB містить засоби для побудови та перегляду системи нечітких правил, що призначені для перетворення значень вхідних змінних процесу управління у вихідні змінні на основі використання нечітких правил. Розробка системи нечіткого виводу в інтерактивному режимі в пакеті Fuzzy Logic Toolbox виявляється найбільш ефективною під час побудови складних систем з великим числом змінних та правил нечіткого виводу. В цьому випадку завдання змінних та функцій належності їх термів у графічному режимі, а також візуалізація правил дозволяють значно зменшити трудомісткість розробки нечіткої моделі, зменшити кількість можливих помилок та скоротити час моделювання [2, с. 126].

Програмне середовище MATLAB, зокрема його розширення Fuzzy Logic Toolbox, є перспективним інструментарієм у галузі розв'язання складних слабоструктурованих і формалізованих задач, які часто зустрічаються під час моделювання економічних систем. Зокрема, дані засоби використано нами для побудови моделі для оцінювання інвестиційної привабливості регіону. Оцінювання здійснювалося з точки зору таких критеріїв: гнучкість, економічність, швидкість прийняття рішень (управлінський потенціал). Для опису вхідних та вихідних змінних моделі було використано редактор системи нечіткого виводу FIS, а також редактор функцій належності (Membership Function Editor). Побудова правил системи нечіткого виводу здійснювалася засобами редактора правил Rule Editor. У процесі моделювання здійснювався аналіз результатів при різних значеннях вхідних змінних та оцінка адекватності моделі.

Програмне середовище MATLAB, зокрема його розширення Fuzzy Logic Toolbox, можна використати і під час розв'язку ряду інших актуальних задач, наприклад: оцінювання кредитоспроможності

інноваційних проєктів, аналіз фінансових рішень, оцінювання та вибір перспективного асортименту торговельного підприємства та ін.

### Література

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Заде Л. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. СПб. : БХВ / А.В.Леоненков -Петербург, 2005. – 736.
3. Ротштейн А.М. Медицинская диагностика на нечеткой логике / Ротштейн А.М. – Винница : Континент-Прим, 1996. – 132 с.
4. Ротштейн А.П. Идентификация нелинейных объектов нечеткими базами знаний / А.П. Ротштейн, Кательников Д.И. // Кибернетика и системный анализ. – 1998. – № 5. – С. 53–61.
5. Mamdani, E.H. Application of fuzzy algorithms for the control of a simple dynamic plant / E.H. Mamdani // Proc. IEEE 121, 1974. – P. 1585–1588.
6. Sugeno, M. Industrial applications of fuzzy control / M. Sugeno, ed. – North-Holland, Amsterdam, 1985. – 269 p.
7. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

Надійшла 08.02.2012; рецензенти: д. т. н. Рогатинський Р. М., к. е. н. Гладій Г. М.

УДК 338.486

А. О. ПАЛАМАРЧУК, М. М. ГУМЕНЮК, В. С. ЗАБОЛОТНИКОВА

Автомобільно-дорожній інститут Державного Вищого Навчального Закладу  
«Донецький національний технічний університет», м. Горлівка

## ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОГО РИНКУ В УКРАЇНІ

*У статті розглянуто сучасний стан ринку туристичних послуг в світі та в Україні. Проведено аналіз показників діяльності ліцензованих підприємств туристичного бізнесу України, складена динаміка видатків Державного бюджету для туристичної галузі. Виявлено існуючі проблеми в розвитку ринку туристичних послуг України.*

*The article deals with the current state of the tourist market in the world and in Ukraine. The analysis of the performance of the licensed business tourist business of Ukraine composed dynamics fiscal expenditures for the tourism industry. There are existing problems in the development of the tourist market of Ukraine.*

*Ключові слова: ринок туристичних послуг, туристична галузь.*

### Вступ

В сучасному світовому економічному просторі туристична галузь динамічно розвивається та стала однією із найбільш прибуткових (третє місце після паливно-енергетичного і військово-промислового комплексів) видів економічної діяльності. Про це свідчать такі показники: за підсумками 2011 р. на частку туризму припадає близько 6% світового валового продукту, понад 30% обсягів послуг світової торгівлі, 11% світових споживчих витрат, 7% загального обсягу інвестицій та 5% податкових надходжень. Сьогодні у сфері туристичних послуг зайнятий кожен десятий працівник, це понад 260 млн осіб [1]. Україна не займає сьогодні гідного місця на світовому туристичному ринку. З метою виявлення причин цього явища необхідно проаналізувати ринок туристичних послуг України.

### Постановка завдання

Проблеми функціонування українського туристичного ринку в сучасних умовах господарювання досліджують такі практики, як Кузик С.П., Сидорова А.В., Димеденко І.В., Кифяк В.Ф., Гук Н.А., Балабанова І.Т. та інші вчені.

Метою даної статті є аналіз сучасних тенденцій функціонування туристичного ринку України та визначення проблем його розвитку.

### Результати дослідження

Протягом останніх років залишається незмінною «десятка країн», які є, практично, лідерами міжнародного туризму. Залежно від кількості прийнятих іноземних туристів їх рейтинг відображено в табл. 1.

Дані Всесвітньої туристичної організації свідчать про зменшення кількості прийнятих іноземних туристів у 2010 році, в порівнянні з 2009 роком, у Великій Британії (-0,2%). Істотною зміною в рейтингу першої десятки лідерів за кількістю міжнародних прибуттів є переміщення Китаю (+9,4%), що обійшов Іспанію, на третю позицію. Значне зростання числа прибуттів також було зареєстроване у Німеччині (+10,9%) та у США (+8,7%).

Основною характеристикою розвитку туризму в країні виступають доходи від туризму. Рейтинг десяти країн, які мають найбільші надходження від туризму, наведено в табл. 2. Це засвідчує, що туристична