

УДК 332.6:528.48:004

Лященко А.А., Кравченко Ю.В.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК МЕТОДОМ ЗІСТАВЛЕННЯ

Вступ та постановка задачі. Методичний підхід, що ґрунтується на зіставленні цін продажу подібних земельних ділянок, належить до базових методів виконання експертної грошової оцінки земельних ділянок. Цей методичний підхід дає найменшу похибку за умов, коли є достовірною, достатньою й доступною інформація про продаж земельних ділянок, що подібні за місцеположенням, функціональним використанням, характером земельних поліпшень, фізичними характеристиками, умовами продажу та датою продажу, що максимально наближена до дати оцінки [1, 2]. Таким чином, в реалізації підходу за методом зіставлення можна виділити два основні етапи – пошук земельних ділянок-аналогів та заміщення характеристик земельних ділянок-аналогів характеристиками земельної ділянки, що оцінюється.

Традиційно вибір аналогів виконується експертом-оцінювачем на основі порівняльного аналізу доступної інформації про продані земельні ділянки. Для підвищення об'єктивності методу зіставлення доцільно формалізувати як процедуру пошуку ділянок-аналогів, так і заміщення характеристик для обчислення вартості земельної ділянки.

Задача пошуку земельних ділянок-аналогів, як і багато інших задач з прийняття рішень в умовах багатофакторності та різноманітності характеристик об'єктів, за своїм змістом належить до складно формалізованих задач, для ефективного вирішення яких застосовують методи нечітких множин [3-8]. В пропонованій роботі розглянуто загальну схему, особливості та зміст основних етапів нечітких обчислень (фазифікації, прийняття рішення, дефазифікації) для експертної грошової оцінки земельних ділянок методом зіставлення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Загальній теорії нечітких множин та її прикладним застосуванням присвячено багато наукових праць (зокрема, [3-8]), в яких ґрунтовно викладено математичні основи операцій з нечіткими множинами та їх застосування для аналізу даних, методів побудови функцій належності, методів дефазифікації та приклади їх застосування для прийняття рішень в різних сферах.

В праці [8] аналізується стан та перспективи застосування методів теорії нечітких множин в бізнесі, економіці та фінансах. В [9] розглянуто підходи до вибору функцій належності для ціноутворюючих характеристик земельних ділянок, які отримали застосування та подальший розвиток у цій статті.

Виклад основного матеріалу. Задача пошуку земельних ділянок-аналогів за своїм змістом близька до задачі розпізнавання образів, що ґрунтується, зокрема, на методології та математичному апараті нечітких множин [3-9]. Замість однозначного судження про належність об'єкту до певного класу аналогів обчислюється кількісна оцінка ступеню належності.

У випадку експертної грошової оцінки методом зіставлення нечіткою множиною є сукупність проданих земельних ділянок, які порівнюються з нечітким описом земельної ділянки, що оцінюється. Ступінь належності обчислюється для земельних ділянок-аналогів на множині усіх їхніх ціноутворюючих характеристик, приведених до нечітких за допомогою функцій належності до множини характеристик земельної ділянки, що оцінюється.

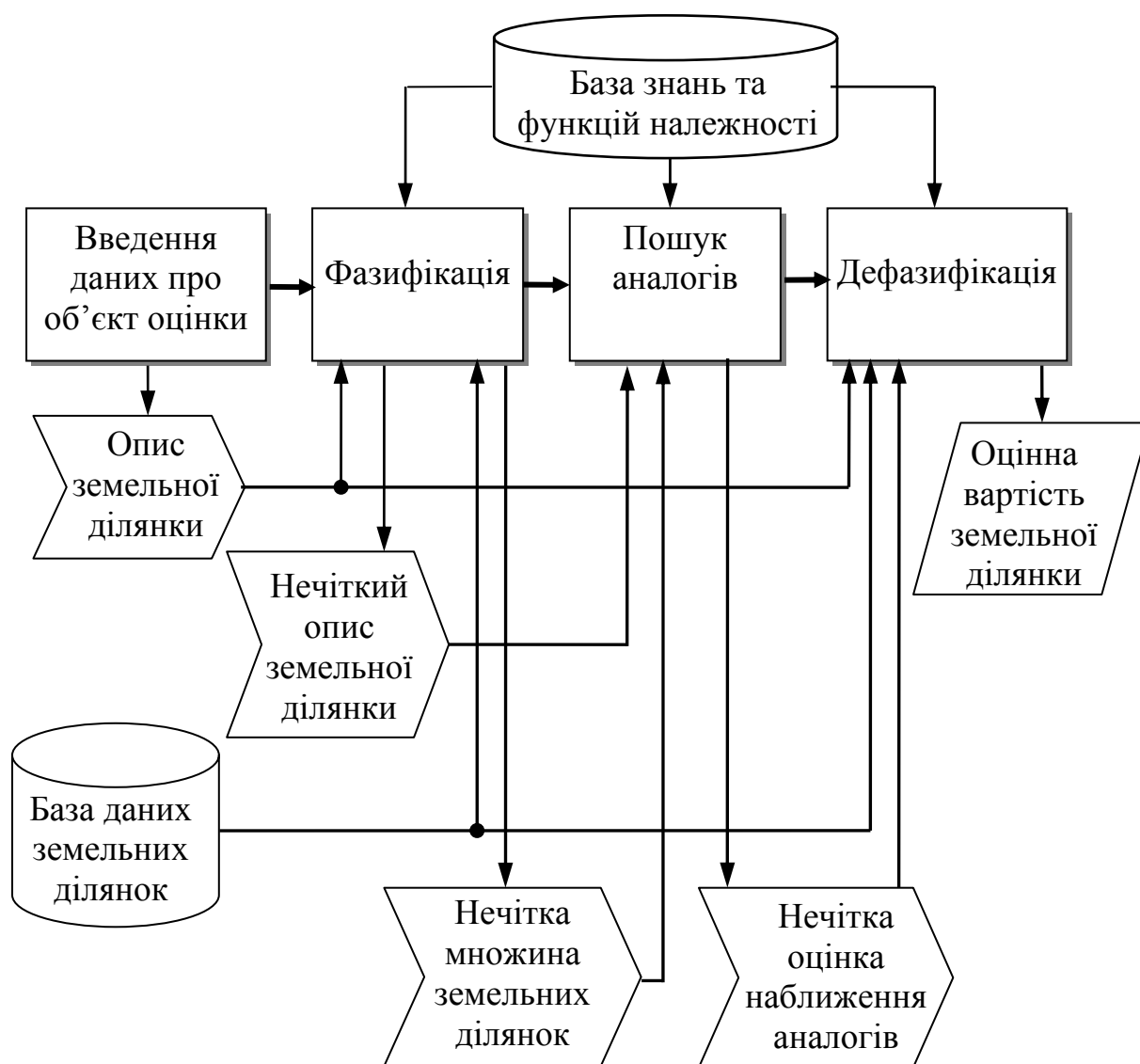


Рис. 1. Узагальнена схема системи нечіткого логічного виведення для експертної грошової оцінки земельних ділянок методом зіставлення

В системі нечіткого логічного виведення для експертної грошової оцінки земельних ділянок можна виділити чотири основні процеси (рис. 1) від

введення даних про об'єкт оцінки до дефазифікації, результатом якої є обчислення чіткого значення вартості ділянки на основі нечіткої оцінки ступеня наближення ділянок-аналогів до ділянки, що оцінюється. Пошук аналогів здійснюється на множині ознак, що підлягають реєстрації в процесі моніторингу проданих земельних ділянок [10]. Для переходу від чітких до нечітких значень ознак земельних ділянок в процесі фазифікації застосовується відповідний набір функцій належності (табл.1).

Таблиця 1

Функцій належності для основних ознак земельної ділянки

Характеристика об'єкту оцінки	Вид функції належності
Чисельність населеного пункту	Двостороння гауссова функція
Адміністративний статус та господарські функції	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)
Місцеположення у приміських зонах великих міст	Відношення коефіцієнтів для приміських агломерацій за [11]
Доступність до громадських центрів	Відношення коефіцієнтів зон містобудівної цінності території за [12]
Локальні фактори	Відношення добутку коефіцієнтів впливу локальних факторів за [11]
Умови використання прилеглої території	Відношення Км2 економіко-планувальних зон для земельних ділянок (за нормативною оцінкою)
Площа	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)
Компактність як відношення квадрату периметру до площі ділянки	Обернена квадратична функція порівняння значення компактності ділянок
Ухил поверхні	Відношення коефіцієнтів придатності території для забудови згідно [12]
Рівень залягання ґрунтових вод	Відношення коефіцієнтів придатності території для забудови згідно [12]
Тип забудови	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)
Функціональне використання	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)
Правовий режим земельної ділянки-об'єкту оцінки	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)
Умови продажу	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)
Дата продажу в порівнянні з датою оцінки	Матриця нечітких відношень близькості (експертна)

Підходи до вибору функцій належності докладно розглянуто в [9]. Зауважимо лише, що типи функцій вибиралися, виходячи з наявних чітких значень певних характеристик в чинних нормативно-методичних джерелах з оцінки земель та містобудування [1, 2, 11, 12], експертних оцінок для матриць нечітких відношень або з відношення чітких значень деяких показників при формуванні трикутного нечіткого значення певної характеристики ділянки, що оцінюється. Наприклад, вид функції належності для ознаки місцезположення земельної ділянки в населеному пункті за чисельністю населення вибрано на основі апроксимації відношення коефіцієнтів, які пропонуються в [11] для врахування адміністративного статусу населеного пункту при визначенні коефіцієнту K_m 1 в проектах нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. Ця функція належності подається як двустороння гауссова функція (рис. 2):

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{1}{\exp\left(\frac{(x-x_0)^2}{2x_0^2}\right)}, & x \leq x_0 \\ \frac{1}{\left(1 + \frac{x-x_0}{2x_0}\right)^2}, & x > x_0 \end{cases},$$

де x – значення чисельності населеного пункту для земельної ділянки-аналогу з бази даних; x_0 – для ділянки, що оцінюється.

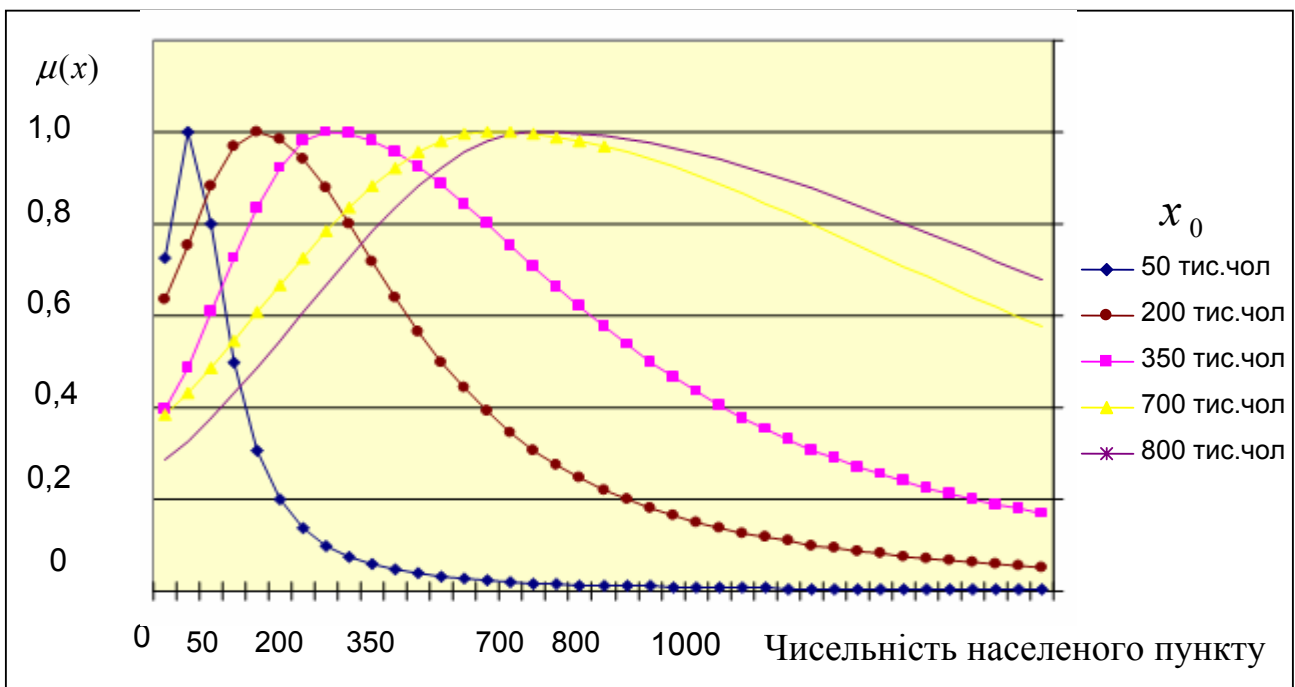


Рис. 2 Графічний вид функції належності для ознаки земельної ділянки місцезположення в населеному пункті за чисельністю населення

Якщо земельну ділянку розглядати як нечітку множину A_i , то ступень схожості земельних ділянок можна розглядати як ступень рівності нечітких множин, яка визначається за формулою:

$$\mu(A, B) = \&(\mu_A(x) \leftrightarrow \mu_B(x)),$$

де $\mu(A, B)$ - ступень рівності нечітких множин A і B ; $\mu_A(x)$ - ступень належності елемента x нечіткій множині A ; $\mu_B(x)$ - ступень належності елемента x нечіткій множині B ; $\&$ – операція кон'юнкції; \leftrightarrow – операція еквівалентності нечітких висловлювань.

Якщо $\mu(A, B) \geq 0,5$ то вважають, що нечіткі множини нечітко рівні, при $\mu(A, B) \leq 0,5$ – нечітко не рівні. У випадку $\mu(A, B) = 0,5$ множини A та B одночасно нечітко рівні та нечітко не рівні, тобто взаємно індиферентні. Земельні ділянки, ступень рівності яких більше або дорівнює 0.5, можна вважати схожими та розглядати як аналоги для подальшого розрахунку вартості об'єкту оцінки.

Згідно [6, 7] еквівалентністю нечітких висловлювань є висловлювання, ступень істинності якого визначається за формулою:

$$\mu_A(x) \leftrightarrow \mu_B(x) = \min(\max(-\mu_A(x), \mu_B(x)), \max(1 - \mu_B(x), \mu_A(x))) \quad (1)$$

При пошуку земельних ділянок-аналогів спочатку визначається ступень схожості з ділянкою, що оцінюється, за кожною характеристикою (із застосуванням операція еквівалентності або матриці відношень), а потім значення функцій належності на усій множині ознак об'єднуються за допомогою операції кон'юнкції.

Характеристики земельної ділянки можуть зменшувати або збільшувати її вартість, але рівень впливу на ціноутворення для ознак різний. Місцезнаходження об'єкту оцінки є головним фактором при визначенні ціни, а отже і при виборі об'єктів-аналогів. Фізичні показники, правовий режим земельної ділянки, доступність до центрів обслуговування та інші також значною мірою впливають на вартість земельної ділянки, але відмінності у цих ознаках при розрахунках можна компенсувати застосуванням корегуючих коефіцієнтів [1, 2] в процесі дефазифікації. Виходячи з цього, процес пошуку земельних ділянок-аналогів починається з нечітких оцінок характеристик місцеположення, серед відібраних близьких визначають ступінь близькості за фізичними показниками, і на останньому кроці оцінюється близькість за правовими та локальними факторами.

На заключному етапі отримані нечіткі оцінки ділянок-аналогів приводяться до чіткості, тобто визначається вартість об'єкту оцінки на основі ступенів схожості. Для цього можна застосувати алгоритм Тагакі-Суджено, згідно якого:

- 1) для кожного правила розраховується рівень істинності α_i за формулою (1);
- 2) для кожного правила розраховуються індивідуальні виходи y_i^* ;
- 3) розраховується агрегований вихід (розрахунок центра тяжіння виходів)

$$y^* = \frac{\sum y_i^* \alpha_i}{\sum \alpha_i},$$

де y^* – чітке значення вартості об'єкту оцінки.

На першому кроці алгоритму дефазифікації рівень істинності вибирається за ступеню близькості, розрахованому для кожної земельної ділянки по відповідній групі ознак. Як індивідуальний вихід на другому кроці застосовується значення вартості 1 м² землі з бази даних проданих земельних ділянок.

Таблиця 2

Приклад нечіткої оцінки ступеню близькості ділянок-аналогів

№ з/п	Адреса земельної ділянки-аналогу	Нечітка оцінка близькості за:			
		МП	ФП	ЛФ	ПФ
1	м. Бобровиця, вул. Незалежності, 11а	0,6	0,2		
2	м. Чернігів, пров. Гомельський, 17	0,3			
3	м. Семенівка, вул. Самойловича, 5	0,6	0,45		
4	м. Ніжин, вул. Борзнянський шлях, 5в	0,92	0,16		
5	м. Прилуки, пров. 8-Березня, 3-А	0,98	0,8	0,56	0,8
6	м. Чернігів, пр. Миру, 310а	0,3			
7	м. Горохів, вул. Шевченка, 16б	0,6	0,2		
8	м. Любомль, вул. Брестська, 60а	0,6	0,2		
9	м. Горохів, вул. Луцька	0,6	0,39		
10	м. Ковель, вул. Піонерська, 1	0,6	0,5	0,56	0,5
11	м. Ковель, вул. Незалежності, 15	0,6	0,92	0,5	1,0
12	Ковельський р-н, с. Зелена, вул. Ковельська, 10а	0,3			
13	м. Кіровоград, вул. Виставочна, 1а	0,2			

Обмежений обсяг статті у збірнику не дозволяє докладно описати приклади застосування системи нечіткого виведення для експертної грошової оцінки конкретних земельних ділянок. Обмежимося загальною характеристикою одного з реальних прикладів. Об'єкт оцінки: земельна ділянка площею 110 кв. м., розташована за адресою: м. Світловодськ, вул. Миру, 138; землі комерційного використання, форма власності – комунальна. Ділянка

розташована на відстані 300 м від громадського центру міста, не забезпечена газопостачанням з можливістю приєднання. В табл. 3 наведено результати покрокового пошуку ділянок-аналогів за показниками місцеположення земельної ділянки (МП), її фізичними показниками (ФП), локальними (ЛФ) та правовими факторами (ПФ). Земельні ділянки під номерами 5, 10 та 11 мають ступень схожості з об'єктом оцінки $\geq 0,5$, та вибираються як ділянки-аналоги, а за результатами дефазифікації на множині цих аналогів отримуємо шукану вартість 1 м² ділянки, що оцінювалася:

$$y^* = \frac{31,21 \cdot 0,56 + 25,97 \cdot 0,56 + 41,13 \cdot 0,5}{0,56 + 0,56 + 0,5} = \frac{52,59}{1,62} \approx 32,46$$

Висновки. Очікувано, що застосування методів нечіткого логічного виведення для пошуку об'єктів-аналогів та експертної грошової оцінки земельних ділянок методом зіставлення дає прийнятні для практики результати, забезпечує високий рівень автоматизації процесу оцінювання.

До напрямів подальших досліджень слід віднести підвищення ефективності пошуку об'єктів-аналогів при значних обсягах бази даних на основі попередньої нечіткої кластеризації проданих земельних ділянок, а також дослідження та удосконалення набору функцій належності для показників земельних ділянок.

Література

1. Дехтяренко Ю.Ф., Лихогруд М.Г., Манцевич Ю.М., Палеха Ю.М. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні. – К. Профі, 2007. – 624с.
2. Драпиковский А.И., Иванова И.Б. Оценка земельных участков – Б, Ега-Басма, 2003. – 288 с
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений. – М.: Мир, 1976. -165с.
4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
5. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств. // Интернет университет. – Web-ресурс, <http://www.intuit.ru/department/ds/fuzzysets/>
6. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – 1990. М.: Наука, 273с.
7. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А., Сараев П.В., Черпаков И.В. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения: Монография. - Липецк: ЛЭГИ, 2002. - 113 с.
8. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств в бизнесе, экономике и финансах // FSSCEF-2004 proceedings. – On site:<http://fsscef.narod.ru>.

9. Кравченко Ю. Визначення функцій належності характеристик земельних ділянок при застосуванні теорії нечітких множин для пошуку аналогів // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2009. – Вип. 34. – С. 241-249.

10. Лященко А., Євдокіменко С., Кравченко Ю., Черін А. Програмне забезпечення моніторингу проданих земельних ділянок // Землевпорядний вісник. – 2008, № 3. – с. 48 – 54.

11. Порядок нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів . – Затверджено Наказом Держкомзему №18/15/21/11 від 27.01.00бр.

12. Державні будівельні норми ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». – Затверджено Наказом Держкоммістобудування №44 від 17.04.1992р.

Анотація

Розглянуто загальну схему пошуку ділянок-аналогів, особливості та зміст основних етапів нечіткого логічного виведення для експертної грошової оцінки земельних ділянок методом зіставлення.

Аннотация

Рассмотрены общая схема поиска участков-аналогов, особенности и содержание основных этапов нечеткого логического вывода для экспертной денежной оценки земельных участков методом сопоставления.

The summary

Features and the maintenance of the basic stages of an fuzzy logic deduction for an expert monetary evaluation of the land parcels are considered by a method of comparison the general scheme of search of parcels - analogues.