

УДК 528.48:004.451.52

Ю. Кравченко

ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ПОШУКУ АНАЛОГІВ

Вступ та постановка проблеми. Загальне питання, яке постає при виконанні експертної грошової оцінки земельних ділянок – пошук аналогів в базі даних проданих земельних ділянок. Створення системи інтелектуального пошуку об'єктів-аналогів на множині ознак забезпечить ефективність та якість землеоціночних робіт на новому рівні.

Пошук аналогів за принципами нечіткої логіки є більш природним ніж обчислення чітких коефіцієнтів, що враховують рівень певних відмінностей між земельною ділянкою, що оцінюється, та об'єктами-аналогами. Це впливає з самої сутності земельної ділянки, як найменшої територіально-економічної одиниці, яка характеризується конкретним місцезнаходженням, цілями й умовами використання, причинами й умовами продажу та інше. Застосування теорії нечітких множин дасть змогу порівняти об'єкти за характеристиками, що мають різне походження та одиниці й шкали вимірювання, такі як розмір, конфігурація, цільове призначення, місце розташування та інші.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В основі нечіткої логіки лежить теорія нечітких множин, запропонована Лотфи Заде та викладена в серії його робіт [1, 2]. Паралельно з розробкою теоретичних основ нової науки, Л. Заде досліджував різні можливості її практичного застосування, наприклад в інтелектуальних системах управління [3]. До фундаментальних робіт можна віднести роботи Б. Коско та М. Земанкової, які поклали початок використанню теорії нечітких систем для обробки даних, заданих кількісними та якісними показниками в системах управління базами даних [4,5].

Відомі публікації, присвячені застосуванню алгоритмів нечіткої кластеризації в землеоціночній діяльності, зокрема для зонування території при виконанні нормативної грошової оцінки земель населених пунктів[6, 7].

В цілому, методи теорії нечітких множин в застосовують для класифікації територіальних одиниць, оскільки відмінності між об'єктами мають нечіткий характер, який може проявлятися при:

- опису процесу постановки завдань і цілей класифікації,
- виборі системи показників,
- підборі алгоритмів класифікації,
- виборі результатів багатоваріантної класифікації,
- підборі засобів подання кінцевих результатів,

– оцінці ступеню відповідності результату поставленій меті та інтерпретації отриманих висновків.[8].

Експертна оцінка земель методом зіставлення цін продажу подібних земельних ділянок має всі ознаки нечіткості як за множиною різнорідних ціноутворюючих чинників, так і за сутністю процесів пошуку об'єктів-аналогів та визначення вартості земельної ділянки з урахуванням ступеня близькості до неї об'єктів-аналогів.

Метою цієї публікації є висвітлення процесу побудови функцій належності ціноутворюючих характеристик земельної ділянки для подальшого аналізу масиву даних на основі теорії нечітких множин.

Виклад основного матеріалу. Задача пошуку аналогів земельних ділянок в поняттях теорії нечітких множин зводиться до трьох загальних етапів (рис. 1).



Рис. 1. Етапи вирішення задачі пошуку об'єктів-аналогів на основі теорії нечітких множин

На етапі фазифікації чіткі величини трансформують в нечіткі на основі наперед визначених вхідних функцій належності. Як видно зі схеми, визначення функцій належності для усіх ознак проданих земельних ділянок є початковим і одним з основних етапів для застосування методів нечіткого вивода для експертної грошової оцінки земельних ділянок.

На другому етапі на основі обраних нечітких правил та бази даних і знань про продані земельні ділянки визначається нечітка множина об'єктів-аналогів за максимальним ступенем схожості з об'єктом оцінки.

При подальшому аналізі даних необхідно обрати метод дефазифікації, який встановлює залежність між ступенем схожості земельних ділянок і зміною їх вартості та дасть змогу перетворити нечітке значення близькості об'єктів у грошову оцінку земельної ділянки.

Нечіткою множиною A є сукупність пар $A = \{(x; \mu_A(x))\}$. Функція $\mu_A(x): U \rightarrow [0,1]$, значення якої вказують ступень належності елемента $x \in U$ до нечіткої множини A називається функцією належності. Наприклад, якщо $U = \{a, b, c, d, e\}$, $A = \{(a;0), (b;0,1), (c;0,5), (d;0,9), (e;1)\}$, тоді елемент a не належить до множини A , елемент b належить їй в малому ступені, елемент d належить в значному ступені, e є елементом A .

Із теорії нечітких множин відомі дві основні групи методів побудови функцій належності – так звані прямі і непрямі методи. При застосуванні *прямих* методів функція задається безпосередньо таблицею, формулою або переліком значень. В *непрямих* методах функція належності будується таким чином, щоб задовольняти заздалегідь сформованим умовам. Вибір методу залежить від первинних даних та типу шкали, в якій отримують інформацію.

Визначення функцій належності для ознак проданих земельних ділянок будемо виконувати вибором раціонального методу переходу від лінгвістичних змінних або чітких значень характеристик земельних ділянок до їх нечітких значень в залежності від шкал вимірювання цих ознак, зареєстрованих в базі даних проданих земельних ділянок.

Загальна схема можливих методів побудови функцій належності в залежності від шкали вимірювань наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Застосування методів побудови функцій належності для різних типів шкал вимірів

Типи шкал вимірів	Методи побудови функцій належності нечітких множин						
	Прямі			Не прямі			
	метод семантичних диференціалів	табличний метод	метод завдання функції належності	метод парних порівнянь	метод інтервальних оцінок	метод статистичних даних	метод експертних оцінок
Шкали якісних ознак							
шкала найменувань	+	+	+	+			+
шкала порядку	+	+	+	+		+	+
Шкали кількісних ознак							
шкала відносин			+	+	+	+	+
шкала інтервалів					+	+	+
абсолютна шкала	+	+			+		+

В таблиці 2 зведені основні характеристики земельної ділянки, типи шкал їх вимірювання та рекомендовані методи побудови функцій належності

Таблиця 2. Вибір методу побудови функцій належності для ознак земельної ділянки

Характеристика об'єкту оцінки	Тип шкали	Метод побудови функцій належності
1	2	3
Тип об'єкту	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Характеристика місця розташування:		
<u>Характеристика населеного пункту</u> чисельність населення, адміністративний статус та переважна господарська функціями	Шкала порядку	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
<u>Функціонально-планувальні фактори:</u> доступність до громадських центрів місцезнаходження у прирйковій зоні, в зоні магістралей підвищеного містоформуального значення, у зоні пішохідної доступності до національних парків, пам'яток природи, курортів, лісів, зелених зон та інше	Абсолютна шкала Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень Метод семантичних диференціалів
<u>Інженерно-інфраструктурні фактори:</u> примикає до вулиці без твердого покриття, забезпечена централізованим водопостачанням, централізованим газопостачанням, каналізацією, централізованим тепlopостачанням	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
<u>Історико-культурні фактори</u> місцезнаходження земельної ділянки: в межах заповідної території, у зоні регулювання забудови, у зоні історичного ландшафту, що охороняється, в зоні поодиноких пам'яток	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
<u>Природно-ландшафтні фактори</u> місцезнаходження земельної ділянки у межах: території природоохоронного призначення, території оздоровчого призначення, території рекреаційного призначення	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів

1	2	3
<p><u>Санітарно-гігієнічні фактори</u> місцезнаходження земельної ділянки: у санітарно-захисній зоні, у водоохоронній зоні, у зоні обмеження забудови за ступенем забруднення атмосферного повітря, у зоні обмеження забудови за рівнем забруднення електромагнітного поля, у зоні перевищення припустимого рівня шуму, в ареалі забруднення ґрунтів</p>	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
<p><u>Інженерно-геологічні фактори</u> земельна ділянка в межах території, що має схил поверхні понад 20%, на ґрунтах з несучою спроможністю менше 1,0 кг/кв.см при потужності понад два метри, у зоні залягання ґрунтових вод менше 3 м, у зоні затоплення паводком понад 4% забезпеченості, у зоні значної заболоченості з ґрунтових живленням, що важко осушується, у зоні небезпечних геологічних процесів, на наливних територіях</p>	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
Мікрокліматична зона	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Доступність до мережі агротехсервісу	Шкала порядку	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Доступність до ринків збуту продукції	Шкала порядку	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Пояс лісових такс	Шкала рангу	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Розряд лісових такс	Шкала рангу	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Характеристика використання прилеглої території	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Фізичні показники		
Площа	Абсолютна шкала	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Компактність (конфігурація, периметр)	Абсолютна шкала	Метод завдання функції належності формулою
Інженерно-геологічні параметри		
Ухил поверхні	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок

1	2	3
Несуча спроможність ґрунтів	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
Глибина залягання ґрунтових вод	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
Заболоченість	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
Стан забудови		
Тип забудови	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Частка забудованої території	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
Функціональне використання		
Правовий режим земельної ділянки – об'єкту оцінки	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
Умови продажу	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень

Як видно із таблиці 2 для ознак проданих земельних ділянок до типових методів визначення функцій належності можна віднести такі:

- метод попарних порівнянь для визначення значень елементів матриці нечітких відношень, що встановлюють ступінь близькості земельних ділянок за певними показниками з вимірами на шкалах найменувань,
- метод інтервальних оцінок для показників, що визначені на множині числових значень у відповідності абсолютній шкалі,
- метод семантичних диференціалів для показників, які визначені на шкалі значень логічної змінної (так / ні).

Прикладом визначення матриці нечітких відношень розглянемо нечітке відношення близькості розташування земельних ділянок в населених пунктах з різною чисельністю населення. Як відомо за показником чисельності населення населені пункти класифікуються за наступною шкалою порівнянь:

- найзначніші (1000,0 тис. чол. і вище),
- крупні (500,0 – 999,9 тис. чол.),
- великі (250,0 – 499,9 тис. чол.),
- значні (100,0 – 249,9 тис. чол.),
- середні (50,0 – 99,9 тис. чол.),
- малі (менш 49,9 тис. чол.).

Матриця нечітких відношень близькості населених пунктів різного рангу може мати, наприклад, такий вид:

	1000,0 і вище найзначніші	500,0 – 999,9 крупні	250,0 – 4999,9 великі	100,0 – 249,9 значні	50,0 – 99,9 середні	Менш 20,0 малі
1000,0 і вище найзначніші	1	0,36	0,2	0,13	0,11	0,1
500,0 – 999,9 крупні	0,36	1	0,36	0,2	0,16	0,14
250,0 – 4999,9 великі	0,2	0,36	1	0,45	0,3	0,23
100,0 – 249,9 значні	0,13	0,2	0,45	1	0,9	0,45
50,0 – 99,9 середні	0,11	0,16	0,3	0,9	1	0,9
Менш 20,0 малі	0,1	0,14	0,23	0,45	0,9	1

Для показників, визначених на абсолютній шкалі (відстань, площа, ухил рельєфу, компактність конфігурації земельної ділянки тощо) функція належності має бути визначена одним із таких способів:

- перехід від абсолютних до інтервальних значень або до лінгвістичної змінної типу {близько, далеко, дуже далеко} та наступним присвоєнням інтервалам або значенням лінгвістичної змінної нечітких значень в інтервалі $[0,1]$;
- визначення певної функціональної залежності для обчислення нечіткого значення за абсолютним значенням показника.

Наприклад, для показника компактності конфігурації земельної ділянки, абсолютне значення якого обчислюється за формулою $c = \frac{P}{S}$, де P – периметр земельної ділянки, а S – її площа, функція належності буде мати такий вид:

$$\mu_c = \frac{1}{1 + (c - 16)^2}$$

Тобто земельна ділянка зі значенням компактності 16 має форму квадрата (компактна), при значенні компактності більш 18 форма ділянки має вигляд сильно витягнутого прямокутника (некомпактна).

При визначення функції належності показника доступність земельних ділянок до громадських центрів абсолютні значення відстаней наведено в інтервальних, яким присвоєнні нечіткі значення:

(до 500 м)	(501 – 1000 м)	(1001 – 1500м)	(1501 – 2000м)	2000 м)
1	0,9	0,8	0,4	0

Таким чином функція належності земельної ділянки, що розташована на відстані 700 метрів від громадського центру буде дорівнювати 0,9.

Висновки. Розглянуто методику визначення функцій належності для переходу від різнотипних значень характеристик проданих земельних ділянок до нечітких множин, що дає змогу в подальшому застосувати методи нечіткої логіки для експертної грошової оцінки земельних ділянок на основі порівняльного підходу.

Для практичної реалізації механізму інтелектуального пошуку об'єктів-аналогів потрібна розробка алгоритму розрахунку ступеню схожості на основі теорії нечітких множин. Автоматизація процесу визначення вартості об'єкту оцінки з урахуванням відмінних властивостей реалізується на етапі дефазифікації, як обернена задача переходу від нечіткої оцінки близькості об'єкту – аналогу до шуканої експертної вартості земельної ділянки, що оцінюється.

Список літератури:

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к понятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
2. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. / Сборник статей / пер. с англ. ; под ред. И.Ф. Шахнова. – М., 1976. – с.172- 215.
3. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений.- В кн.: Математика сегодня. – М.:Знание, 1974, с. 5-49.
4. Масалович А.И. Нечеткая логика: на гребне третьей волны // Web-ресурс, http://neuroforex.net/index.php?option=com_content&task=section&id=7&Itemid=34
5. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. – Web-ресурс, http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1.php#1_1
6. Кривобоков М. Г. Застосування теорії нечітких множин при об'єднанні оцінних районів у економіко-планувальні зони // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2003. – № 62.

7. Могильний С.Г., Кривобоков М.Г. Застосування кластерного аналізу простору ознак при формуванні економіко-планувальних зон // Вісник геодезії та картографії. – 2004. – № 1.
8. Современные методы географических исследований / Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. – М.: Просвещение, 1996. – 36с.

Анотація

Визначено етапи вирішення задачі експертної грошової оцінки земельних ділянок порівняльним підходом на основі нечіткої логіки. Наведено основні ознаки земельних ділянок та типи шкал їх вимірювань. Рекомендовані методи побудови функцій належності та конкретизовано їх визначення на прикладі деяких характеристик.

Аннотация

Определены этапы решения задачи экспертной денежной оценки земельных участков сравнительным подходом на основе нечеткой логики. Приведены основные показатели земельных участков и типы шкал их измерений. Рекомендованы методы построения функций принадлежности и конкретизировано их определение на примере нескольких характеристик.