

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРНОЇ РЕГРЕСІЇ ІЗ ЧІТКИМИ ПАРАМЕТРАМИ НАД НЕЧІТКИМИ ЧИСЛАМИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

Висвітлено актуальність моделювання процедури експертної оцінки земельних ділянок. Проаналізовано труднощі, що виникають при застосуванні звичайних математичних методів до даних, що мають експертний характер. Проаналізовано обмеження в застосуванні існуючих методів нечіткої регресії. Запропоновано метод регресійного аналізу нечітких чисел, що не накладає обмежень на форму нечітких чисел.

Показана актуальність моделювання процедури експертної оцінки земельних учасків. Проаналізовані труднощі, що виникають при використанні звичайних математических методів к даним, имеющим експертный характер. Проанализированы ограничения в использовании существующих методов нечёткой регрессии. Предложен метод регрессионного анализа нечётких чисел, не накладывающий ограничений на форму нечётких чисел.

The urgency of modeling of land assessment expert procedure is shown. The complexities, which is arising during application of usual mathematical methods to data, which has expert origin, are analyzed. Limitations in usage of existing fuzzy regression methods are analyzed. It has been offered fuzzy regression method, which does not apply limitations on the shape of fuzzy numbers.

Приватизація міських земель і можливість здійснення майнових операцій із земельними ділянками чи з правом їх оренди зумовлюють необхідність визначення реальної ринкової вартості земельної власності. Нормативні методи оцінки землі, що повсякчас застосовуються для визначення оподаткованої вартості земель, не можуть вважатися достатньо адекватними для визначення ринкової вартості продажу. Аналіз статистичних даних щодо продажу ділянок показує невідповідність нормативних методів оцінювання вартості землі її реальної вартості [3, 9].

Виходячи із цього вважається доречним застосування механізму інформаційної підтримки прийняття рішень, що стосуються визначення вартості в усіх зацікавлених державних структурах. Застосування методів математичного моделювання на цьому етапі могло б дозволити підвищити обґрунтованість остаточного рішення для підвищення об'єктивності висновку. Але методики моделювання, що засновані на традиційних математичних методах, не дають змоги враховувати ймовірної похибки визначення суми оцінки, її достовірності, а також фактори, що зазвичай характеризуються експертами в вербальній характеристичній формі.

Можна зазначити, що експертна оцінка є свого роду прогнозом, передбаченням того, за яку вартість ця ділянка може бути реалізована на ринку або ж який обсяг комерційного прибутку вона може принести [2]. Для будь-якого ж прогнозу неповна визначеність та нечіткість

є невід'ємною частиною, тому вона має бути врахованою і при моделюванні оціночних операцій з землею. Тому в цій галузі вбачається доречним застосування класу математичних методів, що засновані на парадигмі нечітких множин та нечіткої логіки.

Із методологічних підходів до проведення оцінки, як найбільш сприятливий для моделювання було обрано ринковий метод, або метод порівняння ринкових продажів.

Для виявлення тенденцій, що спостерігаються на ринку землі для моделювання процедури експертної оцінки земельної ділянки необхідно вдаватися до регресійного аналізу нечітких даних.

Але, як було показано в роботах [4,12] задача обчислення коефіцієнту регресії нечітких чисел не завжди піддається вирішенню, хоча й існує рішення цієї задачі для різних окремих випадків.

Наприклад, коли розв'язується задача з чіткими коефіцієнтами над чіткими числами це призводить зазвичай до необхідності введення додаткових понять, таких як поняття довірчих інтервалів для коефіцієнтів регресії. Тому задача з нечіткими коефіцієнтами над чіткими числами більш адекватна з огляду на те, що такий підхід відображає неточність змісту самого коефіцієнту регресії.

Що стосується задачі регресії над нечіткими числами, то відомо її розв'язання лише для випадку, коли ці числа є трикутними.

Ці труднощі в розв'язанні завдання пошуку оптимальних коефіцієнтів регресії для нечітких чисел пов'язані головним чином з тим, що не завжди нечіткі числа є порівнюваними.

Метод розв'язання задачі нечіткої регресії, що пропонується, спирається на те, що розв'язуваність рівняння регресії пов'язана не стільки із порівнюваністю самих нечітких чисел, скільки з їх порівнюваністю за абсолютною величиною.

Як було висвітлено у роботі [11], будь-які нечіткі числа, порівняні або неможливі для порівняння, все ж таки можуть бути порівняні за модулем. Такого висновку стало можливо дійти внаслідок введення на просторі нечітких чисел, що задані сімейством α -зрізів:

$$X \in \left\{ \left[\alpha x_0, \alpha x_1 \right], \alpha \in [0,1], \alpha x_0 \leq \alpha x_1 \right\}$$

метрики вигляду

$$R(U, V) = \sqrt{\int_0^1 \sum_{i=0}^1 \frac{(\alpha U - \alpha V)^2}{2} d\alpha}$$

Із застосуванням цієї метрики для визначення відхилення емпіричного значення функції від результату побудови регресійної функції, можна перейти до розв'язання задачі регресійного аналізу нечітких чисел.

Нехай (X_j, Y_j) , $j = \overline{1, m}$ - сукупність чисел, та необхідно відшукати оптимальні чіткі коефіцієнти рівняння регресії $Y = bX + c$, де X, Y - нечіткі числа. Дотримуючись схеми методу найменших квадратів відшукаємо:

$$\begin{aligned} \min_{b,c} F(b, c) &= \min_{b,c} \sum_{j=1}^m R^2(Y_j, bX_j + c) = \\ &= \min_{b,c} \sum_{j=1}^m \int_0^1 \left[\frac{1}{2} (b \times^\alpha X_{0j} + c -^\alpha Y_{0j})^2 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} (b \times^\alpha X_{1j} + c -^\alpha Y_{1j})^2 \right] d\alpha, \quad (1) \end{aligned}$$

де ${}^\alpha X_{0j}$ та ${}^\alpha Y_{0j}$ - ліві межі відповідних інтервалів α -зрізів, а ${}^\alpha X_{1j}$ та ${}^\alpha Y_{1j}$ - відповідні їм праві межі інтервалів.

Для визначення коефіцієнтів регресії b, c маємо два рівняння, виражені в похідних:

$$\frac{dF(b, c)}{db} = 0 \quad \frac{dF(b, c)}{dc} = 0$$

Оскільки похідні, що отримані із функції (1) дорівнюють:

$$\begin{aligned} \frac{dF}{db} &= \sum_{j=1}^m \left[\int_0^1 (b \times^\alpha X_{0j} + c -^\alpha Y_{0j}) \times^\alpha X_{0j} d\alpha + \right. \\ &\quad \left. + \int_0^1 (b \times^\alpha X_{1j} + c -^\alpha Y_{1j}) \times^\alpha X_{1j} d\alpha \right] \\ \frac{dF}{dc} &= \sum_{j=1}^m \left[\int_0^1 (b \times^\alpha X_{0j} + c -^\alpha Y_{0j}) d\alpha + \right. \\ &\quad \left. + \int_0^1 (b \times^\alpha X_{1j} + c -^\alpha Y_{1j}) d\alpha \right] \end{aligned}$$

Для розв'язання задачі отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \overline{X^2} \times b + \overline{X} \times c = \overline{XY} \\ \overline{X} \times b + 2m \times c = \overline{Y} \end{cases} \quad (2)$$

у якій прийняті такі позначення:

$$\begin{aligned} \overline{X} &= \sum_{j=1}^m \left[\int_0^1 \alpha x_{0j} d\alpha + \int_0^1 \alpha x_{1j} d\alpha \right] \\ \overline{Y} &= \sum_{j=1}^m \left[\int_0^1 \alpha y_{0j} d\alpha + \int_0^1 \alpha y_{1j} d\alpha \right] \\ \overline{XY} &= \sum_{j=1}^m \left[\int_0^1 \alpha x_{0j} \times^\alpha y_{0j} d\alpha + \int_0^1 \alpha x_{1j} \times^\alpha y_{1j} d\alpha \right] \\ \overline{X^2} &= \sum_{j=1}^m \left[\int_0^1 \alpha X_{0j}^2 d\alpha + \int_0^1 \alpha X_{1j}^2 d\alpha \right] \end{aligned}$$

Вирішуючи цю систему рівнянь матимемо значення коефіцієнтів регресії:

$$b = \frac{\begin{vmatrix} \overline{XY} & \overline{X} \\ \overline{Y} & 2m \end{vmatrix}}{\Delta} \quad c = \frac{\begin{vmatrix} \overline{X^2} & \overline{XY} \\ \overline{X} & \overline{Y} \end{vmatrix}}{\Delta}$$

Де $\Delta = \begin{vmatrix} \overline{X^2} & \overline{X} \\ \overline{X} & 2m \end{vmatrix}$ - детермінант системи рівнянь (2)

Виходячи із цього результатом розв'язання системи рівнянь (2) отримаємо наступні значення коефіцієнтів:

$$b = \frac{2m \overline{XY} - \overline{X} \times \overline{Y}}{2m \overline{X^2} - \overline{X}^2} \quad c = \frac{\overline{X^2} \times \overline{Y} - \overline{X} \times \overline{XY}}{2m \overline{X^2} - \overline{X}^2}$$

тобто аналог формул для розрахунку коефіцієнтів парної регресії для чітких чисел.

Результат, що отриманий, дозволяє узагальнити методи регресійного аналізу нечітких чи-

сел від відносно вузької сукупності трикутних нечітких чисел на усю сукупність нечітких чисел вільного вигляду.

Є очевидним, що аналогічним чином можуть бути отримані формули для розв'язання задач множинної регресії із нечіткими числами.

Це дозволяє застосовувати регресійні методи для аналізу масиву даних щодо ринкових продажів земельних ділянок, експертний опис яких є за своєю природою сукупністю нечітких характеристик, не накладаючи при цьому обмежень на форму застосованих для аналізу нечітких чисел. Відповідно моделі оптимізації, що базуються на нечітких регресійних методах, будуть більш адекватними, ніж моделі, що базуються на аналізі лише звичайних чітких чисел.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Указ Президента України "Про продаж земельних ділянок несільськогосподарського призначення" від 19 січня 1999 р. № 32/99
2. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження методики експертної грошової оцінки земельних ділянок» від 11 жовтня 2002 року №1531
3. Земельний кодекс України: Коментар; за редакцією Гетьмана А.П., Шульги М.В. – Х.: ТОВ «Одіссей», 2002. – 600 стр.
4. Зайченко Ю.П. Исследование операций. Нечёткая оптимизация: Учебное пособие. – К., Вища школа, 1991. – 191с.
5. Кофман А. Введение в теорию нечётких множеств. – М.: Радио и связь, 1982 – 432с.
6. Лисенко В.П., Кузьменко Б.В., Кондратюк В.Г. Спеціальні розділи вищої математики. Нечіткі множини, нечіткі відношення, нечітка логіка та основи теорії наближених міркувань. – К.: НАУ, 2003, 85с.
7. Манько І.П. Удосконалення механізму грошової оцінки землі у реалізації земельної політики. Землевпорядний вісник №1. 2004 с.80-83
8. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /Авт. А.Н.Аверкин, Л.З.Батырин, А.Ф.Бликун/ М.:Наука 1986 – 311с. (классиф. З 810.4)
9. Формування ринку землі в Україні; за редакцією Даниленка А.С., Білика Ю.Д. – К.: Урожай, 2002. – 278с.
10. Яремко Ю.І., Макуха В.В. Експертна грошова оцінка земельних ділянок. Можливості використання методичного підходу, який ґрунтується на капіталізації рентного доходу від використання земельних ділянок. Землевпорядний вісник №3. 2004 с.80-82
11. Ковальчук К.Ф., Щербаков Є.Ю. «Метод порівняння нечітких чисел за їх абсолютною величиною як визначення критерію оптимальності моделювання експертної оцінки», збірник «Моделювання та інформаційні системи в економіці /Випуск 75/». –К.: КНЕУ, 2007.
12. George J.Klir / Bo Yuan. Fuzzy sets and fuzzy logic – theory and applications, Prentice Hall RTR, New Jersey, 1995. –р.574.
13. Zadeh L. A. Fuzzy sets.— Information and Control, 1965. v. 8. p. 338.

Надійшла до редколегії 15.05.07.