

УДК 659.1

## МОДЕЛЬ ВАРТОСТІ НЕРУХОМОСТІ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ КРИЗИ

*Сніжок Х.В., Вовк О.Л.*

*Донецький національний технічний університет*

Сьогодні для всіх суб'єктів господарювання й рядових громадян формується нове економічне середовище, багато елементів якого перебувають у стадії становлення й вивчення. У першу чергу, це відноситься до системи знань про нерухоме майно, з функціонуванням якого так чи інакше зв'язане життя й діяльність людей у будь-якій сфері бізнесу, керування або організації.

Нерухомість формує центральну ланку всієї системи ринкових відносин. Об'єкти нерухомості - не тільки найважливіший товар, що задовольняє різноманітні особисті потреби людей, але й одночасно капітал у речовій формі, що приносить дохід. Вкладення в них звичайно являють собою інвестування з метою одержання прибутку. Нерухомість - основа національного багатства країни, що має по числу власників масовий, всенародний характер.

Побудова моделі, яка зможе формувати вартість нерухомості на поточний час і на довгострокову перспективу, а також зможе враховувати нестабільний стан економіки, є актуальною розробкою.

На вартість нерухомості впливають багато різноманітних факторів, починаючи від матеріальних характеристик жилплощі та закінчуючи її соціальною зручністю.

До основних характеристик відносять[1]:

1. **Місце розташування** - один з найбільш значимих ціноутворюючих факторів, що впливають на вартість нерухомості. Вартість квартири залежить від територіального розташування усередині міста.
2. **Загальна площа** - як правило, розрахунок вартості квартири прив'язаний до вартості 1 кв.м. загальної площі
3. **Житлова площа** - багато оцінювачів коректують вартість квартири залежно від кількісних значень житлової площі.
4. **Площа кухні** - цей показник впливає на вартість квартири.
5. **Тип будинку** - немаловажливий показник, що характеризує капітальність будови. Квартира, розташована в цегельному будинку, буде коштувати дорожче, ніж у панельному, але дешевше, ніж у монолітному будинку.
6. **Поверх** - квартира, розташована на першому (виключення: квартири, які можна перевести під комерційне використання) і останньому поверхах у будинку коштують на порядок дешевше інших.
7. **Стан квартири** - характеризує технічний стан квартири, обробки, наявність ремонту.
8. **Кількість кімнат** - варто відзначити, що вартість 1 кв.м. загальної площі однокімнатних квартир коштує дорожче двокімнатних, а ті в свою чергу дорожче трикімнатних. Тому варто аналізувати аналоги з однаковою кількістю кімнат.
9. **Строк експозиції** - в умовах змінюваного рівня цін на нерухомість при підборі аналогів варто аналізувати такі пропозиції, період розміщення оголошень яких найбільш наближений до моменту оцінки квартири.

Дуже важливо оцінити ці фактори не окремо один від одного, а й у сукупі, тоді вони дають справжню оцінку вартості нерухомості. Це можливо зробити завдяки апарату мультимножин.

У якості характеристик для аналізу виділимо множину  $A = \{A_1, \dots, A_k\}$ , пропонуються наступні види:

$A_1$  - вплив на попит;

$A_2$  - вплив на пропозицію.

Введемо множину чинників  $Q$ , що впливають на вартість нерухомості:

$Q_1$  - місце розташування (можливі відповіді:  $q_1^1 = \text{так}$ ,  $q_1^2 = \text{ні}$ );

$Q_2$  - загальна площа(можливі відповіді:  $q_2^1 = \text{так}$ ,  $q_2^2 = \text{ні}$ );

$Q_3$  - житлова площа(можливі відповіді:  $q_3^1 = \text{так}$ ,  $q_3^2 = \text{ні}$ );

$Q_4$  - площа кухні(можливі відповіді:  $q_4^1 = \text{так}$ ,  $q_4^2 = \text{ні}$ );

$Q_5$  - тип будинку(можливі відповіді:  $q_5^1 = \text{так}$ ,  $q_5^2 = \text{ні}$ );

$Q_6$  - поверх(можливі відповіді:  $q_6^1 = \text{так}$ ,  $q_6^2 = \text{ні}$ );

$Q_7$  - наявність балкона, лоджії(можливі відповіді:  $q_7^1 = \text{так}$ ,  $q_7^2 = \text{ні}$ );

$Q_8$  - стан квартири(можливі відповіді:  $q_8^1 = \text{так}$ ,  $q_8^2 = \text{ні}$ );

$Q_9$  - термін експлуатації(можливі відповіді:  $q_9^1 = \text{так}$ ,  $q_9^2 = \text{ні}$ );

$Q_{10}$  - тип сан. вузла(можливі відповіді:  $q_{10}^1 = \text{так}$ ,  $q_{10}^2 = \text{ні}$ );

$Q_{11}$  - наявність телефону(можливі відповіді:  $q_{11}^1 = \text{так}$ ,  $q_{11}^2 = \text{ні}$ );

$Q_{12}$  - наявність в окрузі школи, садка, магазинів(можливі відповіді:  $q_{12}^1 = \text{так}$ ,  $q_{12}^2 = \text{ні}$ );

$Q_{13}$  - колонка, гор/хол вода(можливі відповіді:  $q_{13}^1 = \text{так}$ ,  $q_{13}^2 = \text{ні}$ );

Отримана множина  $Q = \{Q_1 \dots Q_k\}$  являє собою основні фактори, що впливають на вартість нерухомості.

Для отримання вибірки даних було проведено опитування 30 осіб на тему: «Які фактори на вашу думку найбільш впливають на вартість нерухомості?». Результати проведеного анкетування занесені в таблицю 1.

Оцінка кожного критерію множини  $A$ , визначена як кількість входжень підмножини  $q_s^{e_s}$  критерію  $Q_s$  в підмножину  $A_{ij}$  показників, що впливають на вартість нерухомості множини  $A_k$ .

Таблиця 1 - Результати анкетування

	$q_1^1$	$q_1^2$	$q_2^1$	$q_2^2$	$q_3^1$	$q_3^2$	$q_4^1$	$q_4^2$	$q_5^1$	$q_5^2$	$q_6^1$	$q_6^2$	$q_7^1$	$q_7^2$	$q_8^1$	$q_8^2$
$A_1$	27	3	29	1	25	5	30	0	3	27	10	20	14	16	30	0
$A_2$	0	30	27	3	4	26	25	5	2	28	0	30	12	18	27	3

	$q_9^1$	$q_9^2$	$q_{10}^1$	$q_{10}^2$	$q_{11}^1$	$q_{11}^2$	$q_{12}^1$	$q_{12}^2$	$q_{13}^1$	$q_{13}^2$	$r_a$	$r_b$
$A_1$	16	14	25	5	6	24	20	10	29	1	28	2
$A_2$	3	27	24	6	5	25	3	27	3	27	30	0

Окрім оцінки великої кількості  $A$  за критеріями безлічі  $Q$  кожному експертіві пропонувалося віднести кожен чинник до однієї з множин  $X_a$  ( $r_a$  = чинники, що впливають на вартість нерухомості) або  $X_b$  ( $r_b$  = чинники, що не впливають на вартість нерухомості) [2].

Об'єднаємо об'єкти  $A_i$ , що відносяться до заданих класів  $X_a$  і  $X_b$ . Отримаємо перетворену таблицю рішень, рядки якої відповідають мультимножинам  $X_a$  і  $X_b$ . Вважаємо, що характеристика  $A_i$  відноситься до класу  $X_a$ , якщо  $r_a(A_i) > r_b(A_i)$ , інакше характеристика відноситься до класу  $X_b$ , для  $i \in [1, 13]$ .

Таблиця 2 – Результати розподілу чинників на прийнятні  $X_a$  і неприйнятні  $X_b$

	$q_1^1$	$q_1^2$	$q_2^1$	$q_2^2$	$q_3^1$	$q_3^2$	$q_4^1$	$q_4^2$	$q_5^1$	$q_5^2$	$q_6^1$	$q_6^2$	$q_7^1$	$q_7^2$	$q_8^1$	$q_8^2$
$X_a$	27	33	56	4	29	31	55	5	5	55	10	50	26	34	57	3
	$q_9^1$	$q_9^2$	$q_{10}^1$	$q_{10}^2$	$q_{11}^1$	$q_{11}^2$	$q_{12}^1$	$q_{12}^2$	$q_{13}^1$	$q_{13}^2$	$r_a$	$r_b$				
$X_a$	19	41	49	11	11	49	23	37	32	28	58	2				

Розрахуємо відстань  $dI$  для кожного чинника згідно з формулою:

$$D_1(Q_{sa}^*, Q_{sb}^*) = \sum_{x \in Q_s^*} |k_{Xa}(x_j) - k_{Xb}(x_j)|,$$

$$d_1(R_a, R_b) = \sum_{x \in R} |k_{Xa}(x_j) - k_{Xb}(x_j)|$$

Таблиця 3 – Результати розрахунку відстаней  $dI$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$dI$	6	52	2	50	50	40	8	54	22	38	38	14	4

Оцінимо точність апроксимації по  $s$ -ій групі ознак ( $s \in [1, 13]$ ):

$$\rho_s = d(Q_{sa}^*, Q_{sb}^*) / d(R_a, R_b)$$

Таблиця 4 – Результати оцінки точності апроксимації

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\rho_s$	0,107	0,928	0,035	0,892	0,892	0,714	0,14	0,964	0,392	0,678	0,678	0,25	0,07

Виберемо апроксимуючі ознаки  $q_s^*$  для кожного критерію (таким, що апроксимує рахуємо ту ознаку, для якої виконується умова  $X_a(q_s^*) > X_b(q_s^*)$ ):

$$\{q_s^*\} = \{q_1^1, q_2^1, q_3^1, q_4^1, q_5^1, q_6^1, q_7^1\}.$$

Упорядкуємо апроксимуючі ознаки  $q_s^*$  по убутанню точності апроксимації  $\rho_s$ .  
Отримуємо:

$$\{q_s^*\} = \{q_8^1, q_2^1, q_4^1, q_5^1, q_6^1, q_{10}^1, q_{11}^1, q_9^1, q_{12}^1, q_7^1, q_{13}^1, q_3^1\}.$$

Ранжирування апроксимуючих ознак за величиною відстані  $dI$  показує, що найбільш важливими являються чинники: стан квартири; термін експлуатації; тип будинку; наявність в окрузі школи, садка, магазинів; тип санвузла; поверх; наявність телефону.

При побудові моделі ми використаємо чинники  $Q_8, Q_2, Q_4, Q_5, Q_6$  оскільки точність апроксимації у цих чинників дуже велика.

Для побудови регресійної моделі були взяті опитні данні з журналу «Нерухомість Донбасу» за період з 1 грудня 2009 року по 16 березня 2010 року. Усього було взято 100 квартир у різноманітних районах Донецька для оцінки за критеріями, які ми виділили, завдяки апарату мультимножин, а саме:

1. загальна площа
2. площа кухні
3. тип будинку
4. поверх
5. стан квартири

Використовуючи формули для розрахунку коефіцієнтів множинної лінійної регресії отримуємо рівняння регресії:

$$Y = 1,7934055 - 0,1338 + 0,8327Q_1 + 1,5946Q_2 + 0,0697Q_3 + 3170,91Q_4 + 1,7761Q_5$$

Перевіримо статистичну значущість коефіцієнтів рівнянь для кожного випадку. Розрахуємо значення  $t$ -критерія Стьюдента коефіцієнтів для кожного рівняння, використовуючи стандартні значення помилок отриманих коефіцієнтів[3].

Табличне значення  $t$ -критерія з рівнем значущості  $\alpha = 0,05$  і кількістю ступенів свободи  $df = n - m - 1 = 94$ :  $tm = 1,9867$ . Порівняємо значення  $t$  і  $tm$  для кожного з отриманих параметрів:

$${}^t\beta_1 = -0,133863 < tm;$$

$${}^t\beta_2 = 0,832788828 < tm;$$

$${}^t\beta_3 = 1,594620877 < tm;$$

$${}^t\beta_4 = 0,069730038 < tm;$$

$${}^t\beta_5 = 1,77611975 < tm;$$

$${}^t\beta_0 = 1,7934055 < tm.$$

Таким чином, статистично значущими є всі коефіцієнти.

Перевіримо наявність мультиколінеарності між факторними змінними за допомогою методу послідовного приєднання. Метод послідовного приєднання

регрессоров дозволяє виявити набір регресоров, який не тільки не призводить до мультиколінеарності, але й забезпечує найкращу якість специфікації моделі.

Після перетворення отримуємо:

$$Y=27099,604+2130,21Q5+4103,6Q3 +330,148Q2+60,26Q4-38,74Q1$$

Використовуємо  $F$ -статистику, щоб визначити, чи є наше рівняння регресії випадковим, проведемо аналіз статистичної значущості коефіцієнта детермінації на основі гіпотези[3]:

$$H_0 : R^2 = 0$$

$$H_1 : R^2 \neq 0$$

Для перевірки даної гіпотези будуємо  $F$ -статистику для отриманого рівняння,  $F = 1,35$ .

Табличне значення  $F$ -критерію з рівнем значущості  $\alpha = 0,05$  і кількістю ступенів свободи  $m = 5$ ,  $n-m-1 = 96$ :  $F_{кр} = 2,32$ . Порівняємо значення  $F$  і  $F_{кр}$  для отриманих рівнянь видно, що  $F$  менше ніж  $F$ -критичне. Отже,  $H_0$  – відхиляється.

Для рівняння  $Y$  коефіцієнт детермінованості дорівнює 0,91, а скоригований коефіцієнт детермінації 0,87, що вказує на сильну залежність між факторами, що впливають на вартість нерухомості.

В цілому отримана модель має хороші показники, що говорять про достовірність створеної моделі.

### Література

- [1] Процессы функционирования рынка недвижимости и виды деятельности на рынке [Электрон.ресурс]. – Консалтинговая группа «Лекс», 2008. – Режим доступа: <http://www.lexgroup.ru/rus/process/>
- [2] Петровский А.Б. Упорядочение и классификация объектов с противоречивыми признаками. М.: Едиториал УРСС, 2003.- 248с.
- [3] Поттосина С.А., Журавлев В.А. Экономические модели и методы. Учебное пособие для студентов экономических специальностей всех форм обучения. – Минск: БГУИР, 2003. – 94 с.