

УДК 338.27

**Клопов І.О.***кандидат економічних наук,  
доцент кафедри інформаційних технологій  
та економічної безпеки бізнесу  
Запорізької державної інженерної академії***Вакуленко Т.С.***асистент кафедри інформаційних технологій  
та економічної безпеки бізнесу  
Запорізької державної інженерної академії*

## КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІТИКИ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА РИНКУ ЖИТЛОВОЇ НЕРУХОМОСТІ

### COGNITIVE MODELING OF PRICING POLICIES IN THE HOUSING MARKET

#### АНОТАЦІЯ

У статті досліджено систему ціноутворення на ринку житлової нерухомості на прикладі міста Запоріжжя, досліджено і проаналізовано вплив основних факторів, а саме середньої заробітної плати, рівня безробіття, курсу валют, привабливості району, індексу інфляції, рівня попиту тощо, на ціну об'єкта. За допомогою когнітивного графа систематизовано і формалізовано основні зв'язки між елементами системи, побудовано і проаналізовано багатофакторну регресійну модель прогнозування ціни об'єкта нерухомості.

**Ключові слова:** когнітивна модель, ціна, фактори впливу, ринок нерухомості, структура, контур.

#### АННОТАЦІЯ

В статье исследована система ценообразования на рынке жилой недвижимости на примере города Запорожье, исследованы и проанализированы влияние основных факторов, а именно средней заработной платы, уровня безработицы, курса валют, привлекательности района, индекса инфляции, уровня спроса и т.д., на цену объекта. С помощью когнитивного графа систематизированы и формализованы основные связи между элементами системы, построена и проанализирована многофакторная регрессионная модель прогнозирования цены объекта недвижимости.

**Ключевые слова:** когнитивная модель, цена, факторы влияния, рынок недвижимости, структура, контур.

#### ANNOTATION

The paper investigates pricing in the housing market based on the example of the city of Zaporizhzhia. The influence of the main factors, namely the average wage, unemployment rate, exchange rate, attractiveness of the area, inflation, demand and others on the price of the object is investigated and analyzed. Links between key elements of the system were systematized and formalized using a cognitive graph. Multifactor regression model for prediction of the property price was built and analyzed.

**Keywords:** cognitive model, price, impact factor, real estate market, structure, contour.

**Постановка проблеми.** Економічні процеси, що сьогодні відбуваються в економіці України, значною мірою позначаються на нерухомості як на важливій складовій ринку країни. Нерухомість є частиною національного багатства України, безпосередньо бере участь практично у всіх видах діяльності держави. Таким чином, чітке прогнозування ціни нерухомості багато в чому визначає як економічне позиціонування України поряд з іншими країнами, так і забезпечення умов для сталого розвитку національної економіки [1, с. 254].

Оскільки процеси на ринку нерухомості досить різнобічні і динамічні, то перш ніж приступити до процесу прогнозування, постає необхідність у створенні когнітивної моделі, яка б могла, враховуючи усі найбільш впливові фактори ціноутворення, а саме середню заробітну плату, рівень безробіття, курс валюти, привабливість району та інші, дозволити систематизувати і формалізувати відносини між елементами досліджуваної системи, отримувати відповіді на багато питань, пов'язаних із властивостями складної структури ринку нерухомості. Це полегшить процес прийняття рішення стосовно будь-яких дій над об'єктом нерухомого майна.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми оцінки нерухомості відображені в численних наукових публікаціях. Фундаментальні дослідження, спрямовані на розгляд сутності нерухомості й оцінної діяльності, відображено в роботах провідних вітчизняних учених О.Ю. Амосова, М.Д. Бойка, Г.В. Висоцької, А.П. Голікова, Е.А. Гриценко, В.І. Єсіпова, М.М. Журавського, В.І. Сергієнка, М.П. Лебідя, Г.А. Маховикової, С.М. Максимова, П.Н. Ніконова, Г.М. Стерника, В.І. Тітяєва, О.М. Тищенко, В.І. Торкатюка, О.М. Третьяка, Л.С. Шевченко, Л.М. Шутенка, а також зарубіжних учених А.Г. Грязнової, Н.В. Калініної, Є.І. Тарасевича, Дж. Фрідмана, М.А. Федотової, Дж.К. Еккерта та ін. Разом з тим варто відзначити недостатню розробленість напряму наукових досліджень, пов'язаного з методикою прогнозування ціни на ринку нерухомості, зокрема житлової. У цій роботі акцентується увага саме на прогнозуванні ціни для об'єктів житлової нерухомості.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Проаналізувавши низку наукових праць, можна зробити висновок, що проблеми нерухомості сьогодні досліджуються дуже активно. Проте є ряд суттєвих недоопрацювань теми ціноутворення та прогнозування ціни на ринку житлової нерухомості, як на первинному, так на і вторинному. Дослі-

дження проблем ціноутворення неможливе без досконалого вивчення закономірностей формування і функціонування причинно-наслідкових зв'язків факторів ціноутворення, саме це питання і потребує додаткового і більш детального аналізу.

**Постановка завдання.** Основна мета роботи – на основі розробленого когнітивного графу впливу факторів сформувавши адекватну регресійну модель та спрогнозувати регіональні ціни на об'єкти житлової нерухомості на вторинному ринку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Когнітивна модель являє собою структуру причинно-наслідкових зв'язків між елементами досліджуваної системи та навколишнього її середовища. Елементами когнітивної моделі є базисні фактори є поняття, що характеризують досліджувану систему та її навколишнє середовище, а також причинно-наслідкові зв'язки між ними [2, с 343].

Когнітивні карти створюються і видозмінюються в результаті активної взаємодії суб'єкта з навколишнім світом. При цьому можуть формуватися когнітивні карти різного ступеня спільності, «масштабу» та організації.

Саме тому для формалізування та систематизування великої кількості ціноутворюючих факторів та дослідження їх взаємозв'язків доцільно використовувати когнітивний граф.

Для формування когнітивної схеми впливу факторів на ціну об'єктів житлової нерухомості (рис. 1) запропонована така структура:

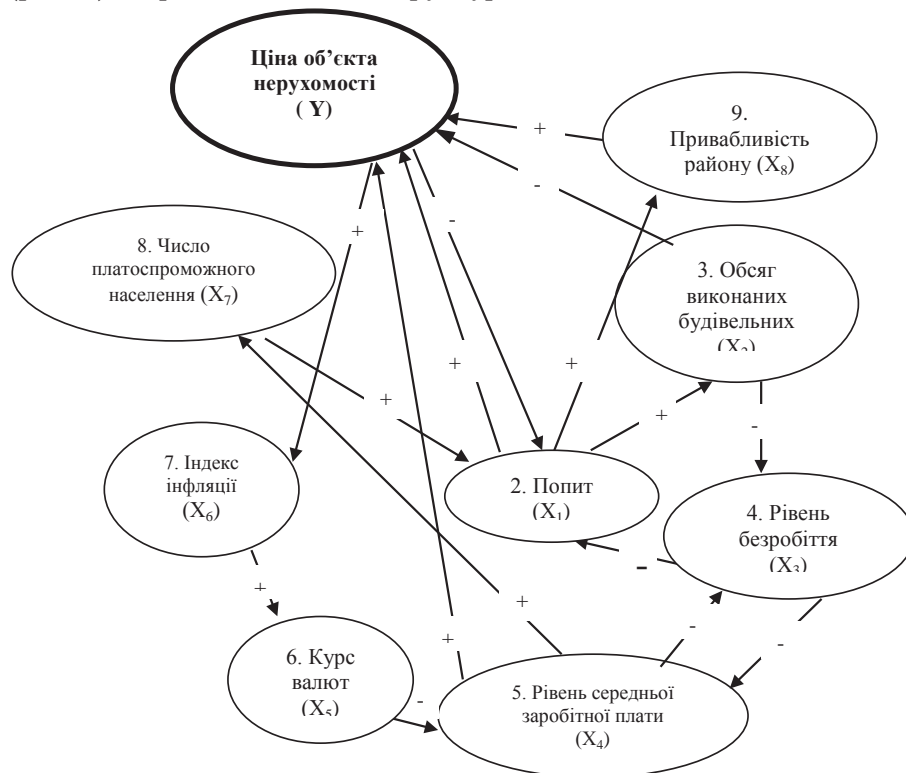


Рис. 1. Когнітивна структурна схема впливу факторів на ціну об'єкта нерухомості

Складено авторами

1. Ціна об'єкта нерухомості – цільова вершина когнітивної структурної схеми впливу факторів.

2. Рівень попиту – є основою функціонування ринку нерухомості (як і будь-якого іншого ринку).

3. Обсяг виконаних будівельних робіт – це кількість виконаних будівельних робіт протягом заданого періоду.

4. Рівень безробіття – визначається як відношення (у відсотках) кількості безробітних віком 15-70 років до економічно активного населення (робочої сили) зазначеного віку або відповідної соціально-демографічної ознаки.

5. Рівень середньої заробітної плати – економічний показник, який характеризує розмір нарахованої заробітної плати, яка припадає на одного працівника, визначається поділом загальної суми нарахованої заробітної плати на середню чисельність працівників.

6. Курс валют – коливання курсу змінюють загальну цінову політику суб'єктів ринку, в тому числі і ринку нерухомості.

7. Рівень інфляції (або індекс споживчих цін) – показник, який характеризує зміни загального рівня цін на товари і послуги, придбані населенням для невиробничого споживання.

8. Число платоспроможного населення – доходи значної частини споживачів нерухомості і ціни на об'єкти нерухомості, в реаліях державної економіки, величини різного порядку. Як правило, ціна на нерухомість в нашій країні навіть в кілька десятків разів вище річного

доходу її користувачів, тому навіть якщо дохід збільшиться на кілька десятків відсотків, то розрив між ним і ціною нерухомості істотно не зменшиться, ціна буде зростати пропорційно.

9. Привабливість району – показник, який відноситься до фізичних факторів, який враховує (включає) у себе рівень якості життя у певному районі.

У процесі формування когнітивного графу сформувалися наступні контури (замкнуті орієнтовані шляхи, всі вершини яких різні).

Контур А – 1 → 2 → 9 → 1 (ціна об'єкта нерухомості → попит → привабливість району → ціна об'єкта нерухомості) – в контурі є один зв'язок зі знаком мінус – контур стабілізує;

Контур В – 1 → 3 → 4 → 5 → 8 → 2 → 1

(ціна об'єкта нерухомості → обсяг виконаних будівельних робіт → рівень безробіття → число платоспроможного населення → попит → ціна об'єкта нерухомості) – в контурі є два зв'язки із знаком мінус – контур стабілізує;

Контур С – 1 → 2 → 3 → 1 (ціна об'єкта нерухомості → попит → обсяг виконаних будівельних робіт → ціна об'єкта нерухомості) – в контурі є два зв'язки із знаком мінус – контур підсилює;

Контур D – 1 → 7 → 6 → 5 → 4 → 2 → 1 (ціна об'єкта нерухомості → індекс інфляції → курс валют → рівень середньої заробітної плати населення → рівень безробіття ціна → об'єкта нерухомості) – в контурі є три зв'язки із знаком мінус – контур стабілізує.

Описати структурно-функціональні зв'язків у розробленій когнітивній системі можна таким чином:

- зростання ціни на ринку нерухомості веде до зростання рівня інфляції, а також у разі зниження ціни на об'єкти нерухомості це призведе до зниження обсягу виконаних будівельних робіт;

- збільшення попиту веде до збільшення ціни та привабливості району;

- обсяг виконаних будівельних робіт може знижати рівень безробіття;

- збільшення рівня безробіття може призвести до зниження заробітної плати;

- збільшення заробітної плати веде до збільшення числа платоспроможного населення;

- зростання курсу валют має негативний вплив на ціну на об'єкт нерухомості;

- чим вище індекс інфляції в країні, тим вище курс валют;

- число платоспроможного підвищує попит;

- привабливість району збільшує ціну об'єкта нерухомості.

Відповідно до запропонованої схеми можливе збільшення ціни об'єкта нерухомості через вплив на попит, а на попит впливаємо підвищенням числа платоспроможного населення, також збільшення ціни є можливим за рахунок зростання привабливості району. Зменшення ціни можливо у разі зниження курсу валют, а також за рахунок збільшення обсягу виконаних будівельних робіт.

Якщо складається така ситуація, коли потрібно підняти ціну на об'єкт нерухомості, треба вдосконалити якість життя у районі.

Розглянемо і проаналізуємо контур D (ціна об'єкта нерухомості → індекс інфляції → курс

валют → рівень середньої заробітної плати населення → рівень безробіття ціна → об'єкта нерухомості). Контур стабілізує, тому при збільшенні середньої заробітної плати платоспроможність населення зростає і веде до збільшення попиту, що у свою чергу призводить до зростання ціни об'єкта нерухомості. Використовуючи даний контур як базу для прогнозування ціни, можна за допомогою методів соціально-економічного прогнозування виявити тенденції розвитку ринку нерухомості на наступні періоди. За основу взято метод регресійного аналізу. Тому що він найточніше з усіх використовуваних нормативно-параметричних методів може розкрити сутність поставленого завдання прогнозування, з урахуванням наведеної множини факторів ціноутворення.

Для дослідження були використані статистичні дані факторів ціноутворення, як по Запорізькій області, так по Україні в цілому.

За даними Запорізької обласної державної адміністрації, середньомісячна заробітна плата по області за 2014 рік склала 3432 грн (рис. 2), що відповідає 5-му місці по Україні – 3476 грн, також, у порівнянні з 2013 роком, збільшилася на 9,2% (1-2 місце, по Україні – більше на 5,9%).

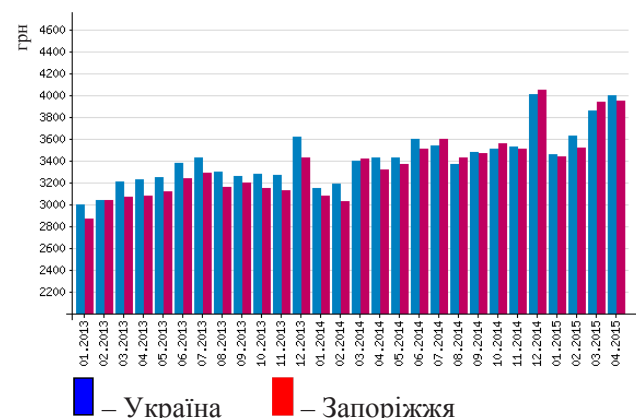


Рис. 2. Рівень середньої заробітної плати в Україні у Запорізькому регіоні [4]

Індекс реальної заробітної плати за 2014 рік у Запорізькому регіоні склав 96,6% (3 місце серед регіонів, по Україні – 93,5%). У порівнянні з листопадом 2014 року реальна заробітна плата збільшилася на 12,1% (8 місце, по Україні – збільшення на 10%) [3].

Станом на 1 березня 2015 року кількість зареєстрованих безробітних в Україні стано-

Таблиця 1

Рівень безробіття в Україні в 2014 році (кількість населення в тис.) [5]

2014	Всього населення	Економічно активне населення	Зайняте населення	Безробітне населення *	Рівень безробіття	Зареєстрованих безробітних
I квартал	45377,6	19189,8	17384,9	1804,9	9,4%	500,4
II квартал	42988,0	19230,6	17501,1	1729,5	9,0%	482,8
III квартал	42973,7	19175,7	17394,7	1781,0	9,3%	464,9
IV квартал	42928,9	19035,2	17188,1	1847,1	9,7%	458,6

\* за методологією МОП

вила 523,1 тис. осіб, дані наведені у таблиці 1. За останніми оприлюдненими даними Державної служби статистики України, рівень безробіття населення віком 15-70 років, визначений за методологією МОП, в Україні в середньому зріс з 7,1% (січень-вересень 2013 р.) до 8,9% (січень-вересень 2014 р.) економічно активного населення [5].

Щодо Запорізького регіону, то чисельність громадян, які мали статус безробітного, на 01.01.2015 становила 30,1 тис. осіб, що на 24,9% (на 6 тис. осіб) більше, ніж на початок 2014 року. Із загальної чисельності зареєстрованих безробітних 53% складають жінки, 40,6% – молодь віком до 35 років. Рівень зареєстрованого безробіття на 01.01.2015 р. склав 2,8% проти 2,2% на початок 2014 року [3].

Індекс споживчих цін по Запорізькій області у грудні 2014 року по відношенню до листопада 2014 року склав 102,8% (по Україні – 103%, 12-13 місце серед регіонів України). Індекс інфляції в Україні у 2014 році склав 24,9% (рис. 3).

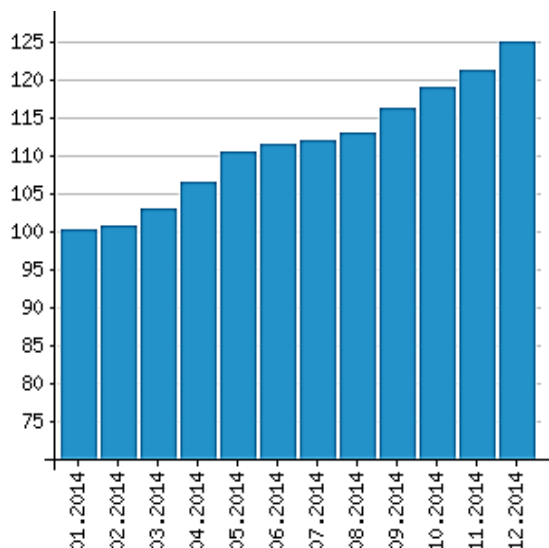


Рис. 3. Динаміка індексу інфляції в Україні у 2014 році (наростаючим підсумком) [4]

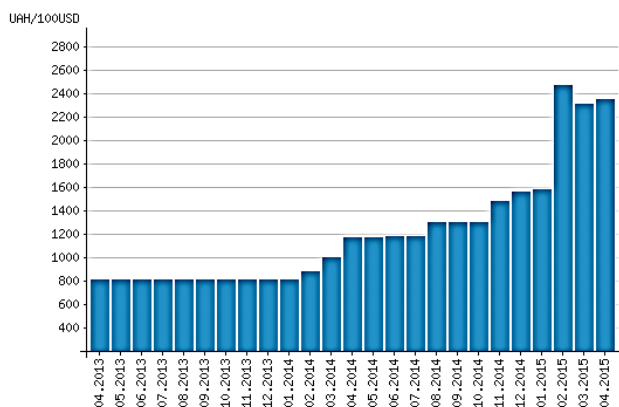


Рис. 4. Середньомісячні значення курсу USD міжбанк [4]

Загальний індекс споживчих цін області у грудні 2014 року по відношенню до грудня 2013 року склав 125,7% (по Україні – 124,9%, 17-19 місце серед регіонів України), у т.ч. на продукти харчування та безалкогольні напої – 123,2% (по Україні – 124,8%, 8-9 місце) [3].

Середнє значення курсу долара у Запорізькій області в цілому відповідає курсу долара по Україні і приведені на рисунку 4.

Ринок житлової нерухомості міста Запоріжжя дуже інтегрований у загальнодержавний ринок і тому відображає тенденції українського ринку, для якого на даному етапі характерний загально кризовий стан. Основні тенденції приведені у таблиці 2 і на рисунку 5. При формуванні таблиці враховані усі квартали в Запоріжжі, за винятком нехарактерних для ринку продажу квартир Запоріжжя пропозицій [7].

Таблиця 2  
Основні тенденції зростання цін на квартири у м. Запоріжжя на березень 2015 р.

Район міста	Середня ціна, м кв.	Неділя	Місяць	Півроку	Рік
Жовтневий	629\$	-2,0%	-	-	23,8%
Ленінський	527\$	1,0%	4,6%	-23,7%	-
Комунарський	508\$	-19,1%	-16,6%	-20,9%	-34,9%
Орджонікідзевський	619\$	-2,4%	1,5%	-14,6%	-20,8%

Побудовано за даними [7]

Як було зазначено вище, для процесу моделювання ціни на ринку нерухомості буде використана багатофакторна трендова лінійна модель:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m, \quad (1.1)$$

де  $Y$  – ціна об'єкта нерухомості залежить від таких факторів;

$x_3, x_4, x_5, x_6$  – рівень безробіття, рівень середньої заробітної плати, індекс інфляції і курс долара.

На основі статистичних даних за 12 періодів була побудована кореляційна матриця. За даними розрахунків кореляційної матриці факторів, використовуючи  $\chi^2$  – критерій, з надійністю оцінено наявність мультиколінеарності. Для знаходження  $\chi^2$  використовувалася формула (1.2)

$$\chi_p^2 = \left[ n - 1 - \frac{1}{6}(2m + 5) \right] \ln(\det[K]), \quad (1.2)$$

де  $n$  – кількість періодів;  $m$  – кількість факторів;  $\det[K]$  – визначник кореляційної матриці. Для довірчої ймовірності  $p = 0,95$  і числа ступенів свободи  $\frac{1}{2}m(m-1)$ , табличне значення  $\chi(0,95;3) = 7,8$ . Оскільки розрахункове значення  $\chi_i^2 = 55$  і воно більше критичного, то з надійністю  $p = 0,95$  можна вважати, що існує

загальна мультиколінеарність. Використовуючи  $t$ -статистику,

$$t_{ij} = \frac{r_{ij} \sqrt{n-m-1}}{\sqrt{1-r_{ij}^2}}, \text{ де } r_{ij} = \frac{-z_{ij}}{\sqrt{z_{ii}z_{jj}}}, \quad (1.3)$$

де  $z_{ij}$ ,  $z_{ii}$ ,  $z_{jj}$  – елементи кореляційної матриці, розраховано пари факторів, між якими існує мультиколінеарність, дані наведено у таблиці 3.

Для ступенів свободи  $k=n-m-1$  і критичне значення  $t_{0,95;12} = 2,18$ . Звідси виходить, що між парами факторів:  $X_6$  – інфляція і  $X_3$  – безробіття,  $X_6$  – інфляція і  $X_5$  курс долара,  $X_3$  – безробіття і  $X_5$  курс долара існує мультиколінеарність.

Виключаємо із розгляду один із факторів, наприклад  $X_6$  (індекс інфляції).

Аналогічним чином розраховуємо значення  $\chi^2$  та  $t$ -статистику інших пар факторів, поки не виключимо наявність мультиколінеарності в моделі. У результаті отримуємо модель з такими факторами: курс долара та середня заробітна плата.

Таким чином, між показником  $Y$  – ціна і факторами  $X_6$  – індекс інфляції,  $X_4$  – середня заробітна плата існує лінійна залежність (1.4)

$$\hat{Y} = a_0 + a_4 X_4 + a_6 X_6, \quad (1.4)$$

Таблиця 3

**Значення  $t$ -статистики пар факторів ціноутворення**

r12 = -0,76513	t12 = -4,1164
r13 = 0,750394	t13 = 3,932645
r23 = 0,840046	t23 = 5,363914
r24 = 0,504897	t24 = 2,026248
r34 = -0,17819	t34 = -0,62732

Побудовано за даними розрахунків

Для знаходження оцінок параметрів моделі використовується метод найменших квадратів (1.5), який у матричному вигляді буде мати такий вигляд:

$$\tilde{B} = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (1.5)$$

де  $X$  – матриця значень незалежних факторів;  $X^T$  – транспонована матриця;

$Y$  – матриця значень залежного фактора.

Після розрахунків значіння параметрів оцінки дорівнюють  $a_0 = 64503,04$ ;  $a_4 = 30135,7$ ;  $a_6 = -55,06$ , а модель приймає вигляд:  $\hat{Y} = 64503,04 + 30135,7X_4 - 55,06X_6$ . Розрахуємо показники якості моделі, такі як

коефіцієнт детермінації:

$$\tilde{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-m-1}, \quad (1.6)$$

де  $R^2$  – коефіцієнт множинної детермінації,  $n$  – число спостережень,  $m$  – число незалежних факторів, який дорівнює 0,89;

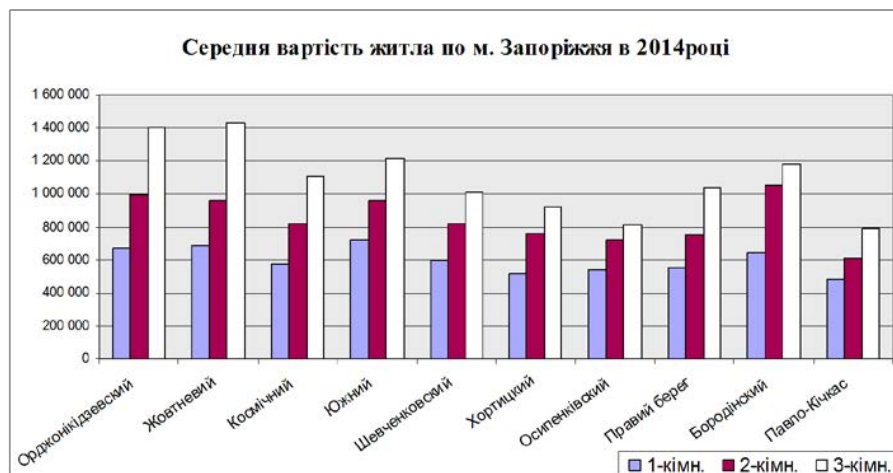


Рис. 5. Середня вартість житла по районах м. Запоріжжя у 2014 році  
Побудовано за даними [7]

середні квадратичні відхилення:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (1.7)$$

оцінки параметрів якого дорівнюють  $\sigma_{a_0} = 64$ ,  $\sigma_{a_4} = 515$ ,  $\sigma_{a_6} = 175$ ;

розрахункове значення  $F$ -статистики:

$$F_R = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m}, \quad (1.8)$$

де  $R^2$  – коефіцієнт детермінації, яке дорівнює 39,92.

Беручи до уваги показники кореляції усіх факторів, а саме: індекс інфляції -0,4638; безробіття 0,9284; курс долара 0,9277, середню заробітну плату 0,8022, можна зробити висновок, що на ціну об'єкта нерухомості максимальний вплив мають три фактори – курс долара, безробіття і середня заробітна плата. Оскільки  $F_{розр} > F_{крит}$ , (39,92 > 19,4) то з надійністю можна вважати математичну модель  $\hat{Y} = 64503,04 + 30135,7X_4 - 55,06X_6$  адекватною експериментальним даним. З надійністю  $p = 0,95$  можна вважати, що вплив факторів, індекс інфляції та середня заробітна плата на показник  $Y$  – ціна об'єкта нерухомості значний і дорівнює 0,86%.

**Висновки.** Застосувавши когнітивні технології, було сформовано декілька контурів моделювання, з яких обраний найбільш придатний для прогнозування, стабілізуючий контур, який включає у себе ціну об'єкта нерухомості, індекс інфляції, курс валют, рівень середньої заробітної плати населення, рівень безробіття. Дослідження проводилося за статистичними даними по Запорізькому регіону. Після перевірки на мультиколінеарність у моделі залишилися слідуєчі фактори – індекс інфляції, середня заробітна плата. Оскільки  $F_{розр} > F_{крит}$ , (39,92 > 19,4), то з надійністю  $p = 0,95$  можна вважати математичну модель  $\hat{Y} = 64503,04 + 30135,7X_4 - 55,06X_6$  адекватною експериментальним даним. На основі цієї моделі було прогнозовано ціни на одно- та двокімнатні квартири у м. Запоріжжя по 4 найбільш при-

вабливим районам – Жовтневий, Ленінський, Комунарський та Орджонікідзевський.

---

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Молодченко-Серебрякова Т.Г., Бутенко Т.Е. Влияние фактора местоположения на формирование стоимости жилой недвижимости // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. Вып. 70. – К.:Техніка, 2006. – С. 254-258.
2. Паклин Н.Б. Нечетко-когнитивный подход к управлению динамическими системами / Н.Б. Паклин // Искусственный интеллект. – 2003. – № 4. – С. 342-348.
3. Офіційний сайт Запорізької обласної державної адміністрації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zoda.gov.ua/news/25964/pro-pidsumki-sotsialno-ekonomichnogo-rozvitku-zaporizkoji-oblasti-za-2014-rik.html>.
4. Офіційний сайт Міністерства фінансів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://index.minfin.com.ua/index/average/chart.php?8>.
5. Офіційний сайт Державної служби зайнятості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.dcz.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art\\_id=230309&cat\\_id=173564&ctime=](http://www.dcz.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art_id=230309&cat_id=173564&ctime=).
6. Енциклопедія нерухомості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://domik.ua/nedvizhimost/ceny-zaporozhye.html>.