

УДК 69.059.25:658.51

П.О.ПАНТЕЛЕЄВ

Науково-дослідний економічний інститут, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ВАРТОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Розглядається проблема оцінки витрат, необхідних для проведення капітального ремонту житлового фонду в Україні. Показана можливість попередньої оцінки вартості капітального ремонту багатоквартирних житлових будинків на основі застосування методів кореляційно-регресійного аналізу. Досліджена залежність вартості капітального ремонту від рівня фізичного зносу будинку та його житлової площі, отримано відповідні рівняння регресії, які можуть бути застосовані у діяльності комунальних житлово-експлуатаційних підприємств та управителів для планування відповідних фінансових потреб.

Рассматривается проблема оценки расходов, необходимых для проведения капитального ремонта жилищного фонда в Украине. Показана возможность предварительной оценки стоимости капитального ремонта многоквартирных жилых домов на основе применения методов корреляционно-регрессионного анализа. Исследована зависимость стоимости капитального ремонта от уровня физического износа дома и его жилой площади, получены соответствующие уравнения регрессии, которые могут быть применены в деятельности коммунальных жилищно-эксплуатационных предприятий и управляющих для планирования соответствующих финансовых потребностей.

The problem of assessing the costs necessary for the major repair of housing in Ukraine is considered. The possibility of preliminary major repair evaluation of apartment buildings through the use of methods of correlation and regression analysis is demonstrated. The dependence of major repairs cost on the level of physical deterioration of the building and its residential areas is investigated obtaining the corresponding regression equation that can be used for planning of financial needs in the activity of municipal housing companies and managers.

Ключові слова: капітальний ремонт, житло, вартість, моделювання, кореляційно-регресійний аналіз.

Житловий фонд є надбанням кількох поколінь, вагомою частиною національного багатства України, складаючи його п'яту частину [1]. У сучасних ринкових умовах житло набуло властивостей товару, але досі зберігає і особливий соціальний статус, покликаний задовольняти потреби населення у забезпеченні комфортних житлових умов.

За даними Мінрегіону України, нині в нашій країні налічується 240 тис. багатоквартирних будинків загальною площею 464 млн. м². До категорії ветхих віднесено 46,9 тис. будинків загальною площею 3,9 млн. м², в яких мешкає 95,5 тис. чол. До категорії аварійних віднесено 13,2 тис. будинків загальною площею 1,2 млн. м², в яких мешкає 23,1 тис. чол. [2]. Особливу техніко-економічну проблему становлять панельні будинки перших масових серій, які були уведений в експлуата-

цію в 60-80-х роках минулого століття. До цієї категорії відноситься близько 1,2 млн. квартир, житлова площа яких становить 75 млн. м².

Ключову роль у вирішенні цієї задачі має відігравати економічно обґрунтована реконструкція, своєчасний ремонт та належне утримання існуючих житлових будинків. Зважаючи на значний рівень зносу існуючого житлового фонду, необхідність приведення його до нормального технічного стану набула сьогодні суспільної гостроти і потребує наукового аналізу.

Метою статті є застосування економетричних методів оцінки фінансових потреб у капітальному ремонті житлових будинків.

На думку аналітиків, високий рівень зносу будівель, їхнього інженерного обладнання створюють, з точки зору експлуатаційних характеристик, неефективну систему життєзабезпечення, яка в останні роки стала однією з головних причин нераціональних витрат ресурсів у процесі їх споживання і надання комунальних послуг. У застарілих та аварійних будинках втрати тепла і води у 2-3 рази вище нормативних. У більшості з цих будинків в передаварійному стані знаходяться внутрішньобудинкові комунікації, перекриття і навіть несучі конструкції. Значну частину таких об'єктів доцільно зносити, оскільки капітальний ремонт в них буде невиправдано дорогим.

Основні правові, економічні, соціальні та організаційні засади модернізації та реконструкції застарілого житлового фонду визначено Законом України № 525-V «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду», прийнятого Верховною Радою України 22 грудня 2006 року [3]. Відповідно по всіх містах і регіонах України були розроблені Програми капітального ремонту житлового фонду до 2014 року. Аналіз реалізації цих програм показав методичну недосконалість визначення фінансового забезпечення повного вирішення задачі модернізації та реконструкції застарілого житлового фонду. Тому сучасних умовах задача визначення необхідних фінансових ресурсів для проведення капітального ремонту житлових будинків стала однією з актуальних проблем, що виникла перед місцевими органами влади в усіх населених пунктах України.

Особливість вирішення проблеми фінансування капітального ремонту житлових будинків полягає в тому, що намічені ремонти повинні передбачати не тільки просту ліквідацію фізичного зносу конструктивних елементів, але враховувати витрати на модернізацію будинків, підвищення їх благоустрою, економію у процесі експлуатації, а також інфляцію у вартості ремонтно-будівельних робіт.

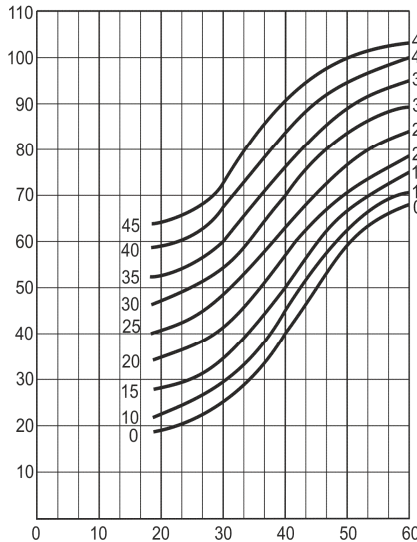
Часткове вирішення задач визначення економічно обґрунтованої вартості капітального ремонту окремих будівель знайшли висвітлення

у 60-70-х роках минулого століття в наукових працях Бабакіна В.І. [4], Бронера Д.Л. [5], Дрикера А.Я. [6], Колотилкіна Б.М. [7], Кукси В.П., Тітяєва В.І. [8], Файнберга А.І. [9] та інших.

Але значна частина розробок цих авторів з часом застаріли і сьогодні задача прогнозування вартості подолання недоремонту житлових будинків, що накопичився за останні двадцять років, повинна вирішуватися на основі сучасних наукових досягнень у сферах технічної діагностики експлуатації конструктивних елементів житлових будинків, економіко-математичного моделювання, комп'ютерних технологій.

Разом з цим, ретроспективний наліз наукових публікацій вказаних вище авторів показує, що певні підходи до вирішення фінансових проблем модернізації житлового фонду не втратили своєї науково-практичної значимості і сьогодні. Так, хоча з 60-х років минулого століття до цього часу масштаб цін на ремонтно-будівельні роботи радикально змінився, побудовані к.т.н. Бабакіним В.І. діаграми залежності вартості капітального ремонту одного м² житлової площі та фізичним і моральним зносом будівель, як свідчить статистика, у формі тенденції збереглися і до нашого часу (рис. 1, 2).

Вартість ремонту одного м²
житлової площі, крб.



Міра подолання
морального зносу

Фізичний знос
будинку, %

Рис. 1 – Залежності між вартістю ремонту 1 м² житлової площі і фізичним та моральним зносом будинку

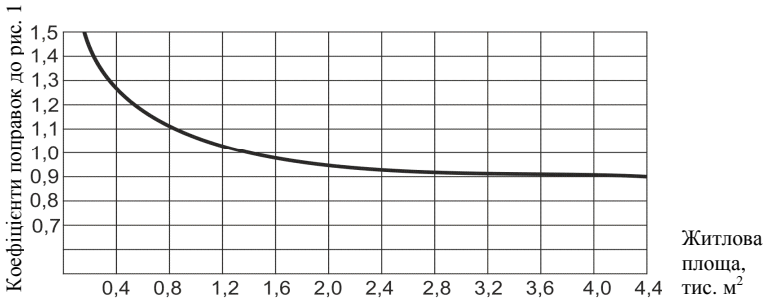


Рис. 2 – Коефіцієнти поправки до залежності вартості ремонту 1 м² житлової площі від розміру будинку

Наведені графіки показують, що вартість капітального ремонту житлових будинків залежить, головним чином, від рівня його фізичного та морального зносу, а також величини житлової площі. Слід вказати, що сьогодні використовувати графіки (рис. 1, 2) для визначення вартості капітального ремонту житлових будинків практично неможливо з таких причин:

1. Суттєво помінялися масштаб і структура цін на ремонтно-будівельні роботи.

2. Базові параметри для побудови наведених графіків обмежені і не враховують капітальність будинків та залишковий термін їх експлуатації.

3. Показники морального зносу будинків визначені на основі методики, яка починаючи з 60-х років минулого століття і до цього часу ще не отримала загального визнання фахівців.

4. Відсутні рекомендації щодо оцінки статистичної достовірності вказаних на графіках значень.

Автор вважає, що зазначені недоліки можуть бути подолані, якщо для визначення прогнозу вартості капітального ремонту житлових будинків використовувати методи кореляційно-регресійного аналізу.

Кореляційно-статистичний аналіз у багатьох економічних дослідженнях використовують для встановлення та оцінки залежності певного економічного показника від одного чи кількох інших показників. Зазвичай, будь-які економічні показники перебувають під впливом випадкових факторів. Такий зв'язок називається статистичною залежністю. Статистична залежність виявляється в тому, що зі зміною однієї величини змінюється середнє значення іншої. Ця залежність називається кореляційною. На основі логічного міркування ми припускаємо,

що вартість капітального ремонту житлового будинку залежить від його фізичного зносу та розміру житлової площі. Якщо вартість ремонту будинку позначимо через Y , рівень фізичного зносу – X_1 , а житлову площу – X_2 , то кореляційну залежність в загальному вигляді можна представити таким співвідношенням

$$Y = F(X_1, X_2). \quad (1)$$

Для визначення кореляційної залежності вартості капітального ремонту житлового будинку від показників X_1, X_2 скористаємося даними, що приведені в таблиці.

Вихідні показники для визначення кореляційної залежності

№.№ з/п	Вартість капітального ремонту житлового будинку, грн./ м ² (Y)	Рівень фізичного зносу, % (X ₁)	Житлова площа будинку, м ² (X ₂)
1	2800	35	3150
2	3100	43	2838
3	2500	48	3456
4	3740	37	2442
5	4150	35	2244
6	3710	34	2448
7	2960	47	3666
8	3850	32	2496
9	3520	29	2262
10	3260	32	2304
11	3200	36	2510
12	3100	28	2180
13	2510	49	3820
14	3200	25	3150
15	2830	45	2838

Кореляційний аналіз традиційно виконується в такій послідовності:

1) на основі емпіричних показників, що наведені в таблиці, будують кореляційне поле, яке візуально показує характер залежності між Y та X_i ;

2) шляхом проведення спеціальних розрахунків визначають математичну модель зв'язку між Y та X_i ;

3) визначають тісноту кореляційно пов'язаних змінних (коефіцієнт кореляції).

Аналіз зв'язку між змінними показниками дає змогу встановити економічну природу кореляційної залежності.

Як відомо, визначення кореляційної залежності вимагає великого обсягу числових розрахунків. Такі розрахунки можна суттєво скоротити, якщо використовувати можливості програмної системи MS

EXCEL. Розрахунок парної кореляції можна виконати в такій послідовності:

1. На екран комп'ютера виводимо вихідні показники Y і X_1 .
2. Виділяємо поле з вихідними показниками Y і X_1 .
3. В розділі функцій «Вставка» і підрозділі «Діаграммы» курсором даємо клік на іконці «Точечная».
4. На екрані з'являється діаграма, яка подана на рис. 3.

Ця діаграма містить:

- систему координат зі шкалою Y – значення вартості капітального ремонту одного м² житлової площі і X_1 – значення фізичного зносу будинку;
- зображення прямої, яка характеризує середню залежність вартості капітального ремонту від фізичного зносу житлового будинку;
- формулу кореляційної залежності і значення коефіцієнта детермінації.

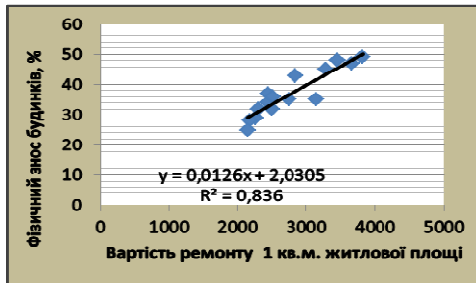


Рис. 3 – Графік залежності вартості капітального ремонту одного м² житлової площі від фізичного зносу житлового будинку

Аналогічним методом отримуємо графік (рис. 4).

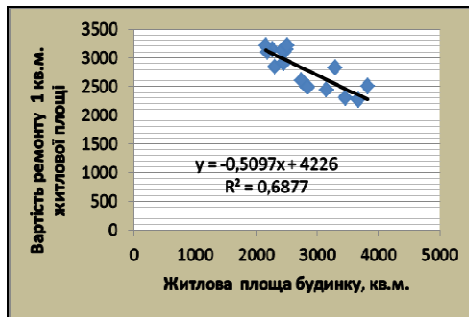


Рис. 4 – Графік залежності вартості капітального ремонту одного м² житлової площі від розміру житлової площі будинку

Виходячи із значень коефіцієнтів детермінації на рис. 3 і 4 відповідні коефіцієнти кореляції будуть дорівнювати

$$K_1 = \sqrt{0,836} = 0,914 \qquad K_2 = \sqrt{0,6877} = 0,829 .$$

Отримані значення K_1 і K_2 дуже близькі до 1, що вказує на високий рівень кореляційної залежності середньої вартості капітального ремонту житлового будинку від його фізичного зносу та розміру житлової площі. Така висока тіснота зв'язку між кореляційними параметрами дає підставу на основі цих параметрів розрахувати регресійну модель визначення вартості капітального ремонту житлових будинків. Розрахунок регресійної моделі включає визначення таких суттєвих складових.

1. Оцінка рівняння регресії.
2. Множинний коефіцієнт кореляції (Індекс множинної кореляції).
3. Перевірка загальної якості рівняння множинної регресії.

1. Оцінка рівняння регресії.

Відповідно до методу найменших квадратів, вектор оцінок коефіцієнтів регресії S отримуємо з виразу:

$$S = (X^T X)^{-1} X^T Y \qquad (2)$$

<i>Матриця X</i>		
1	2800	35
1	3100	43
1	2500	48
1	3740	37
1	4150	35
1	3710	34
1	2960	47
1	3850	32
1	3520	29
1	3260	32
1	3200	36
1	3100	28
1	2510	49
1	3200	25
1	2830	45

<i>Матриця Y</i>
3150
2838
3456
2442
2244
2448
3666
2496
2262
2304
2510
2180
3820
2150
3290

Матриця X^T

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2800	3100	2500	3740	4150	3710	2960	3850	3520	3260	3200	3100	2510	3200	2830
35	43	48	37	35	34	47	32	29	32	36	28	49	25	45

Множимо матриці, $(X^T X)$

	15	48430	555
$X^T X =$	48430	159675300	1762130
	555	1762130	21357

У матриці, $(X^T X)$ число 15, що лежить на перетині 1-го рядка і 1-го стовпця, отримано як сума добутків елементів 1-го рядка матриці X^T і 1-го стовпця матриці X .

Множимо матриці, $(X^T Y)$

	41256
$X^T Y =$	130288700
	1582178

Знаходимо зворотну матрицю $(X^T X)^{-1}$

11.09	-0.00205	-0.12
-0.00205	0	1.6E-5
-0.12	1.6E-5	0.0018

Вектор оцінок коефіцієнтів регресії дорівнює

$$Y(X) = \begin{bmatrix} 11.09 & -0.00205 & -0.12 \\ -0.00205 & 0 & 1.6E-5 \\ -0.12 & 1.6E-5 & 0.0018 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 41256 \\ 130288700 \\ 1582178 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2075,07 \\ -0,4 \\ 53,24 \end{bmatrix}$$

Рівняння регресії (оцінка рівняння регресії)

$$Y = 2075,07 - 0,4X_1 + 53,24X^2. \quad (3)$$

2. Множинний коефіцієнт кореляції (Індекс множинної кореляції)

Тісноту спільного впливу чинників на результат оцінює індекс множинної кореляції. На відміну від парного коефіцієнта кореляції, який може приймати негативні значення, він приймає значення від 0 до 1. Тому R не може бути використаний для інтерпретації напрямку зв'язку. Чим щільніше фактичні значення y_i розташовуються відносно лінії регресії, тим менше залишкова дисперсія і, отже, більше величина $R_{y(x_1, \dots, x_m)}$.

Таким чином, при значенні R близькому до 1, рівняння регресії краще описує фактичні дані і фактори сильніше впливають на резуль-

тат. При значенні R близькому до 0 рівняння регресії погано описує фактичні дані і фактори чинять слабкий вплив на результат.

Зв'язок між ознакою Y та факторами X сильний, та як коефіцієнт детермінації .

$$R^2 = 0,952 = 0,89.$$

3. Перевірка загальної якості рівняння множинної регресії

Оцінка значущості рівняння множинної регресії здійснюється шляхом перевірки гіпотези про рівність нулю коефіцієнт детермінації розрахованого за даними генеральної сукупності: R^2 або $b_1 = b_2 = \dots = B_m = 0$ (гіпотеза про незначущості рівняння регресії, розрахованого за даними генеральної сукупності).

Для її перевірки використовують F - критерій Фішера.

При цьому обчислюють фактичне (спостерігається) значення F -критерію, через коефіцієнт детермінації R^2 , розрахований за даними конкретного спостереження .

За таблицями розподілу Фішера-Снедекора знаходять критичне значення F -критерію ($F_{кр}$). Для цього задаються рівнем значущості α (зазвичай його беруть рівним 0,05) і двома числами ступенів свободи $k_1 = m$ і $k_2 = n - m - 1$.

F-статистика, критерій Фішера

$$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{493903,97}{4627913,6} = 0,89. \quad (4)$$

Чим ближче цей коефіцієнт до одиниці, тим більше рівняння регресії пояснює поведінку Y . Більш об'єктивною оцінкою є скоригований коефіцієнт детермінації:

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-m-1}. \quad (5)$$

Додавання в модель нових пояснюючих змінних здійснюється до, поки росте скоригований коефіцієнт детермінації .

Перевіримо гіпотезу про загальну значущість – гіпотезу про одночасну рівність нулю всіх коефіцієнтів регресії при пояснюючих змінних:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = B_m = 0. \quad (6)$$

Перевірка цієї гіпотези здійснюється за допомогою F -статистики розподілу Фішера.

Якщо $F < F_{кр} = F_{\alpha, nm-1}$, то немає підстав для відхилення гіпотези H_0 .

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \frac{n-m-1}{m} = \frac{0,89}{1-0,89} \frac{15-2-1}{2} = 50,23. \quad (7)$$

Табличне значення при ступенях свободи

$$k_1 = 2 \text{ і } k_2 = n - m - 1 = 15 - 2 - 1 = 12.$$

$$F_{kp}(2; 12) = 3,89$$

Оскільки фактичне значення $F > F_{kp}$, то коефіцієнт детермінації статистично значущий і рівняння регресії статистично є надійним. Це дає підставу зробити висновок, що регресійна модель виду

$$Y = 2075,07 - 0,4X_1 + 53,24X_2. \quad (8)$$

може використовуватися для визначення прогнозної вартості капітального ремонту житлових будинків. При цьому для кожної групи будинків залежно від капітальності, поверховості, конструктивних особливостей і т.п. слід розраховувати окремі моделі.

1. Щеглова О. Ю. Методологічні проблеми та тенденції розвитку житлового фонду в Україні на державному та регіональному рівнях / О.Ю. Щеглова // Наукові праці КНТУ. – Економічні науки. – 2010. – Вип. 17. – С. 21-25.

2. Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки: Закон України від 11 червня 2009 року № 47-48.

3. Закон України № 525-V від 22 грудня 2006 року «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/525-16>

4. Бабакин В.И. Техническое состояние и физический износ жилых зданий / В.И. Бабакин // Городское хозяйство Москвы. – 1970. – № II. – С. 29-31.

5. Бронер Д.Л. Современные проблемы жилищного хозяйства: (Опыт экономико-статистического анализа) / Д.Л. Бронер. – М.: Высшая школа, 1961. – 264 с.

6. Дрикер А.Я. Методы определения экономической эффективности комплексного капитального ремонта жилых домов / А.Я. Дрикер // Научные труды Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. – 1965. – Вып. 36. – С. 82-97.

7. Колотилкин Б.М. Долговечность жилых зданий: технико-экономическое исследование, методы /Б.М. Колотилкин. – М.: Стройиздат, 1965. – 254 с.

8. Планирование и организация ремонта жилых домов [Текст] / В.П. Кукса, В.И. Титяев, Л.А. Пушкарь и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будивельник, 1982. – 104 с.

9. Экономика, организация и планирование городского хозяйства: уч. пособие / А.И. Файнберг, А.А. Домбровский, Т.А. Строганова и др. / под ред. А.И. Файнберг. – 2-е изд., перераб. – М.: Стройиздат, 1969. – 423 с.

Отримано 24.01.2014