

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ДОСТУПНОСТІ ЖИТЛА ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ

В даній статті проаналізовано сучасний стан ринку нерухомості. На основі математичних методів, побудована модель та розроблено програмний продукт, який дозволяє розрахувати індекс доступності житла для кожної категорії населення, оцінити вартість нерухомості за її основними характеристиками та визначати оптимальну кредитну схему, яка б максимально зменшила витрати на кредит і враховувала ситуацію на кредитному ринку.

The article is given devoted to research and analysis market of the real estate. On the basis of mathematical methods a model is built and a software product allows to estimate the index of availability of habitation for every category of population and estimate the cost of the real estate at its basic descriptions and determine an optimum credit chart which would maximally decrease expenses on a credit and took into account a situation at the credit market.

Ключові слова: ринок нерухомості, доступність житла, індекс, іпотечне кредитування, рівновага, вартість житла, оптимальність.

Вступ. У сучасних умовах ринкової економіки все більшого обсягу набирають операції на ринку нерухомості. Темпи будівництва у місті Києві за останні декілька років перевищують середні темпи будівництва по всій Україні. У зв'язку з цим розвивається мережа агентств нерухомості, які займаються, окрім посередницької діяльності, безпосередньою оцінкою об'єктів нерухомості. Оцінка вартості проводиться здебільшого експертним шляхом, тобто з виїздом оціночної комісії чи експерта на місце, що потребує витрат певного часу та матеріальних коштів [1]. На основі цих оцінок можна виявити набір факторів, що впливають на вартість житлової площі. Відповідно визначити функціональну залежність між ними та результируючим показником на основі функції регресії [2]. Оцінка вартості житла за допомогою рівняння регресії буде менш точною, ніж при експертній оцінці з двох причин. По-перше, до моделі не можна внести всі фактори, що впливають на вартість. По-друге, не можна врахувати всі нюанси, що відомі експерту, суб'єктивізм оцінки. За допомогою отриманої функціональної залежності можна простежити загальну тенденцію та врахувати суб'єктивність експертної оцінки, яка може бути й небажаною.

Житло на сьогодні є найдорожчим активом, придбання якого залишається питанням під номером „один” для кожного третього українця. Проте придбати квартиру за власні кошти в Україні майже нереально. Лише за 2005-2006 роки ціни на житло на вторинному ринку Києва зросли на 50-55%, у регіонах – на 30-45% [9]. Одним з можливих виходів з такого становища є іпотечне кредитування населення для купівлі житла.

З огляду на постійне зростання цін на нерухомість та скромні доходи більшості українців платоспроможний попит на іпотечні кредити, за оцінками Української національної іпотечної асоціації, формують лише 5-7% населення [6,9].

Основні чинники, що впливають на доступність житла є відповідно вартість житла, вартість кредиту (перший внесок, відсоткова ставка та сукупність прибутків населення, а також такі фактори, як податок на нерухомість, оплата житлово-комунальних послуг, страхові внески) [3].

Постановка задачі. Модель складається з трьох частин. Статистичний аналіз цін на ринку житлової нерухомості та формування функції залежності цін від характеристик житла – це основне завдання для першого етапу моделювання. Після статистичної обробки даних виділили основні чинники, які безпосередньо впливають на оціночну вартість житлової нерухомості використовуючи існуючі методи оцінки впливу факторів на узагальнюючий показник [7].

Наступним етапом є дослідження доступності житла для населення на прикладі міста Києва та розрахунок узагальнюючих показників. Основними чинниками впливу є середні доходи населення (v), ціни житла (P) та відсоткової ставки банку (r). Залежно від ціни на квартиру розраховується щомісячний платіж ($V_{\text{мес}}$) та порівнюється з дохідними групами, далі визначається який відсоток населення може дозволити собі купувати житло в кредит.

Останнім етапом був пошук оптимальних кредитних схем, або приведення до рівноваги ринкового механізму. Розглядається два активні елементи: банк та особа, що бере кредит та гра між ними. Визначається оптимальна схема при якій залишаються задоволені два гравці. Після цього оцінюється функція банку (B), який прагне збільшити свої доходи шляхом збільшення відсоткової ставки (r) та комісійних зборів при цьому прагне зберегти клієнтів та залучити нових, а особа яка бере кредит прагне мінімізувати свої виплати банку за кредит, враховуючі існуючі обмеження (заробітна плата, комісійні та інше).

Методологія. Одним з основних елементів даної моделі є побудова функції вартості житла. За допомогою алгоритму Феррара-Глобера [4] було визначено основні змінні, які впливають на вартість житла та побудовано економетричну модель у вигляді багатовимірної регресії. Так, як вартість житла змінюється залежно від обраних факторів на певний відсоток, то найкраще описує значення вартості нерухомості степенева функція:

$$P_{kv} = \beta_0 \cdot S_1^{\beta_1} \cdot S_2^{\beta_2} \cdot S_3^{\beta_3} \cdot R^{-\beta_4} \cdot \beta_5^Z \cdot \beta_6^X \cdot \beta_7^Y \cdot \beta_8^L \cdot \beta_9^{R1} \cdot \beta_{10}^{R2} \cdot \beta_{11}^{R3} \cdot \beta_{12}^{R4}, \quad (1)$$

де

S1 – загальна площа житлових приміщень в квартирі (у кв.м.);

S2 – загальна площа нежитлих приміщень;

S3 – загальна площа кухні;

R – відстань до центру міста (вимірюється в км.);

Z – характеристика типу житлового будинку, приймається 1, якщо будинок сучасний, з кращим плануванням, цегляний (кам'яний), 0 – інакше;

X – фіктивна змінна, що характеризує поверх оцінюваної квартири, і приймається 1, якщо квартира розташовується на першому або останньому поверсі, 0 – інакше;

Y – фіктивна змінна, що характеризує наявність балконів або лоджій в квартирі, при цьому приймається 1 у разі їх наявності, 0 – інакше;

L – фіктивна змінна, що характеризує еколого-криміногенну ситуацію в районі розташування оцінюваної квартири, при цьому 1, якщо вона сприятлива, 0 – інакше;

R1 – фіктивні змінні, для яких R1 = 1, якщо квартира однокімнатна і R1 = 0 – інакше; R2 = 1, якщо квартира 2; R3=1 – трьохкімнатна квартира.

R4 – фіктивна змінна, що характеризує престижність району розміщення оцінюваної квартири, його облаштованість соціальною, транспортно-побутовою інфраструктурою при цьому приймається R4 = 1, якщо оцінювана квартира (нова) розташована в районі “точкової” забудови; R4 = 0 – інакше.

Наступним етапом було виведення індексу доступності житла. За статистичними даними населення N_j можна розділити на доходні групи, які описуються рівнянням :

$$\Delta v_j = (v_{j-1} - v_j). \quad (2)$$

Далі за допомогою апроксимації логнормальним розподілом [2], отримуємо функцію доходів населення:

$$N(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi Gv}} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln v - \mu}{G} \right)^2 \right], \quad (3)$$

де μ и G – оціночні параметри.

Функція, що характеризує заощадження даних груп населення може представлятися 2 видами: гіперболічною та функцією наступного виду, що більш точно характеризує ці дані :

$$w(v) = w_0 + \frac{2}{\pi\rho} \left[v + \frac{(\bar{w} - w_0)\pi\rho}{2\arctg(\bar{v})} - \bar{v} \right] \arctg\bar{v}, \quad (4)$$

де

$w(v)$ – заощадження, як функція доходів v ;

w_0 – мінімальні заощадження;

ρ – відсоткова ставка банку;

\bar{v} – середній доход;

\bar{w} – середні заощадження.

Тоді для всіх доходних груп індекс доступності заощаджень буде розраховуватися за формулою:

$$dw_z = \sum_{k=j+1}^n dw_k + \frac{w_j - \min w}{w_j - w_{j-1}} dw_j, \quad (5)$$

де

dw_z – індекс доступності заощаджень;

dw_k – доля населення, що задовольняють умовам заощадження;

$\min w$ – мінімальна сума заощаджень в місяць;

w_j – заощадження j групи населення.

Далі визначимо кредитні виплати банку у випадку надання кредиту особі на придбання житла.

Розраховуємо мінімальний щомісячний платіж з урахуванням коефіцієнта сімейності $K_{\text{сем}}$, поправки на податки та обов'язкові платежі у розмірі $K_{\text{п}}$:

$$\min V_{\text{мес}} = \frac{V_{\text{мес}} \cdot K_{\text{п}}}{K_{\text{сем}}}. \quad (6)$$

Якщо величина доходів $\min V_{\text{мес}}$ (6) потрапляє в інтервал $(v_{j-1}; v_j)$, то загальна доступність житла за рахунок кредиту визначається як:

$$d_{\text{кр}} = \sum_{k=j+1}^n d_k + \frac{v_j - \min V_{\text{мес}}}{v_j - v_{j-1}} d_j. \quad (7)$$

Коли аналіз потрібно провести для n типів житла, що відрізняються цінами за одиницю площі – $C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t)$, де середня площа відповідно:

$S_1(t), S_2(t), \dots, S_n(t)$, а коефіцієнти $a_{p1}, a_{p2}, \dots, a_{pn}$ – частина коштів, які покупець повинен внести за житло, як перший внесок. Позначимо індекси доступності через d_1, d_2, \dots, d_n . Вводимо значення χ , що дорівнює початковій платі.

Зазначимо, що коли $a_j > 1$, то позичальник може зайняти гроші, але не у банка, який кредитує лише долю $(1 - a_j)$ від вартості житла. Далі у відповідності з розподілом заощаджень, визначається номер доходної групи сім'ї з яких можуть дозволити купувати житло в кредит. Вони визначаються з умов такого типу :

$$\begin{aligned} \bar{w}_1(t) &\geq a_{p1} \chi_1 C_1(t) S_1(t) \\ \bar{w}_2(t) &\geq a_{p2} \chi_2 C_2(t) S_2(t) \quad , \\ &\dots\dots\dots \\ \bar{w}_n(t) &\geq a_{pn} \chi_n C_n(t) S_n(t) \end{aligned}$$

де індекс “1” при (χ) означає, що розглядається перша схема кредитування. Кожна кредитна схема n характеризується трьома основними параметрами:

- часткою початкового внеску від вартості житла (χ) ;
- терміном кредитування (T) ;
- процентною ставкою (r) .

Далі визначаються мінімальний щомісячний дохід позичальника, необхідний для погашення кредитної заборгованості при даній схемі кредитування і параметрах житла, $\{C_m(t), S_m(t)\}$, де m параметри типу житла.

Потенційними позичальниками можуть бути лише домашні господарства, які можуть внести як початковий внесок, так і оплачувати поточну кредитну заборгованість (погашати основний борг і процентні платежі).

Необхідно знайти оптимальну кредитну схему, яка б максимально зменшила витрати на кредит і враховувала ситуацію на кредитному ринку.

Для цього записана функція залежності відсоткової ставки банку від періоду кредитування:

$$r(T) = \alpha e^{\beta T} + \gamma, \quad (8)$$

де

α, β, γ – коефіцієнти залежностей різних банків, причому $0 < \alpha < 2, 0 < \beta < 1$.

Побудовано дві функції V та B :

$$V(T) = P^k + \left(P \frac{r(T)}{100} \cdot \frac{T+1}{2} \right)^{k+1},$$

$$B(T) = P \frac{r(T)}{100} \cdot \frac{T+1}{2},$$

де

V – функція особи, що бере кредит в банку,

B – функція банку,

T – період кредитування,

P – сума кредиту,

r – відсоткова ставка.

Для визначення оптимальної кредитної схеми побудована система:

$$\begin{cases} V(T) = P^k + \left(P \frac{\alpha e^{\beta T} + \gamma}{100} \cdot \frac{T+1}{2} \right)^{k+1} \rightarrow \min \\ B(T) = P \frac{\alpha e^{\beta T} + \gamma}{100} \cdot \frac{T+1}{2} \rightarrow \max \end{cases}, \quad (9)$$

де

P – сума боргу;

k – комісійні банку;

r – відсоткова ставка;

T – період на який береться кредит.

α, β, γ – коефіцієнти залежностей різних банків.

Для знаходження розв'язку використали принцип оптимальності Парето

[4]:

$$I = \frac{V^{\mu_1}(T)}{B^{\mu_2}(T)} \rightarrow opt,$$

$$0 < \mu_1, \mu_2 < 1.$$

Результати дослідження. Проаналізувавши дані про ціни на ринку нерухомості, було створено базу даних різних варіантів квартир та банків з можливістю пошуку за необхідними реквізитами, додавання, видалення, модифікації та інших маніпулювань з даними. Була сформована числова функція залежності ціни від характеристик. Так двокімнатна квартира на вторинному ринку, яка знаходиться в Оболонському районі, від метро Оболонь 1,5 км., на 8 поверсі, з площею 31/21,5/6 та балконом буде коштувати 94980\$ згідно оціночної формули, що майже збігається з реальною (оціненою експертом) ціною. Погрішність на даному прикладі складає 120\$, якщо вважати оцінку експерта більш точною. Також дана програма дає можливість не лише оцінити певний заданий варіант квартири, а й підібрати вже існуючий в базі за певними обмеженнями та побажаннями, враховуючи головне завдання – мінімізацію вартості. Якщо відповідного варіанту немає в базі, виводиться його рекомендовані характеристики та мінімальна ціна.

Останнім завданням, яке вирішує дана модель, є пошук оптимальних кредитних схем, тобто, при заданій вартості житла (можливе використання попередньої функції оціночної вартості житла), визначається банк кредитування, причому враховується до якої доходної групи належить покупець та мінімізуються переоплати. Так, виходячи з існуючих схем, покупець вище згаданої квартири повинен отримувати мінімальний дохід в розмірі 900\$.

Висновок. Доступність житла є одним з основних факторів, що визначають економічний рівень розвитку держави. В даній моделі ми розглянули стан ринку житла Києва, тому що саме в столиці житлове питання стоїть найбільш гостро. Ознайомились та оцінили різні пропозиції іпотечного кредитування провідних банків України. Оскільки купувати квартири за поточний дохід, або тимчасові заощадження можуть лише громадяни з досить високим рівнем доходів, близько 3%, то купівля житла через іпотечне кредитування є найбільш вірогідним способом покращення житлової ситуації для населення.

З розглянутих схем кредитування зробимо висновок, що кредит доступний лише 15-35% населення, залежно від умов кредитування та характеристик житла.

Модель оцінки доступності може бути використана як банками так і будівельними компаніями для оцінки майбутніх споживачів, а в зворотному вигляді може працювати як модель консалтингу для громадян. Так, задаючи вхідні дані, а саме заробітну плату та бажані характеристики житла, на виході користувач отримує суми щомісячних платежів та банк, в якому переоплати будуть мінімальними.

На даний момент ринок нерухомості в м. Києві знаходиться в стані часткової рівноваги, тобто ріст цін зупиняється, досягши свого критичного стану. Що ж до ринку банківських послуг, то тут розвивається конкуренція, що призводить до зменшення відсоткових ставок.

Літэратура

1. Фаерман Е.Ю., Хачатрян С.Р., Федорова Н.Л., Кириллова А.Н. Современные аспекты анализа и модельного обоснования региональной жилищной политики на базе ипотеки (на примере г. Москвы) [Текст] / Фаерман Е.Ю., Хачатрян С.Р., Федорова Н.Л., Кириллова А.Н.// Аудит и финансовый анализ: Москва.– 2000.– №4, стр.112-135. ISSN 0236-2988
2. Стерник Г.М. Технология анализа рынка недвижимости [Текст]: учеб. пособие / Стерник Г.М. //М.: АКСВЕЛЛ. – 2005. – 203 с.; 22 см. – Библиогр.: с. 200–202. – 5000 экз. ISBN 5-87039-081-8
3. Миксюк С.Ф. Экономико-математические методы и модели [Текст]: Учебное пособие/ Миксюк С.Ф.// БГЭУ Белорусский государственный экономический институт. – 2006. – 219с.; 20 см. – Библиогр.: с. 214–217. – 2000 экз. ISBN: 978-985-484-194-6
4. Грибовский С.В., Соколов Б.В. Задачи наилучшего и наиболее эффективного использования объектов недвижимости при массовой оценке [Текст] / Грибовский С.В., Соколов Б.В. // Вопросы оценки: Москва. – 2002.– N 1.– 33 с. ISSN 0236-3284
5. Грибовский С.В. Оценка доходной недвижимости [Текст]: Учебное пособие для ВУЗов/ Грибовский С.В.// П.: Издательство Питер. – 2001. – 334с.; 21 см. – Библиогр.: с. 328–331. – 3000 экз. ISBN: 978-5-272-00324-9
6. Щетинин Я.В. Оценка жилья при ипотечном кредитовании [Текст]: Производств.-практич.изд.,практич.рук-во / Щетинин Я.В.// М.: БДЦ-ПРЕСС издат.группа ООО. – 2006. – 127с.; 22 см. – Библиогр.: с. 125–126. – 2000 экз. ISBN: 978-5-93306-087-1
7. Хачатрян С.Р., Егорова Н.Е. Типология и анализ экономико-математических моделей рынка воспроизводства жилья [Текст] / Хачатрян С.Р., Егорова Н.Е. // Аудит и финансовый анализ: Москва.– 2003.– №3, стр.112-135. ISSN 0236-2988
8. Хачатрян С.Р. Прикладные методы математического моделирования экономических систем [Текст] : Научно-методическое пособие / Хачатрян С.Р.//М.: Экзамен Издательство. – 2002. – 383с.; 22 см. – Библиогр.: с. 377–381. – 5000 экз. ISBN: 978-5-8212-0353-3

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

Прізвище, ім'я, по батькові	Рисцов Ігор Костянтинович
Науковий ступінь	кандидат фіз.-мат. наук
Вчене звання	доцент
Посада	доцент
Місце роботи	НТУУ «КПІ»
Назва статті	Моделювання та аналіз доступності житла для населення.
Адреса для листування	м. Київ, вул.. Мукачівська 14а, кв.81
Контактні телефони	8(044)430-50-55
Адреса електронної пошти	Mozart@valiacsble.com
Прізвище, ім'я, по батькові	Стецюк Марина Анатоліївна
Науковий ступінь	
Вчене звання	
Посада	Студент
Місце роботи	
Назва статті	Моделювання та аналіз доступності житла для населення.
Адреса для листування	м. Київ вул.. Полярна 8д кв.20
Контактні телефони	8(066)3989782
Адреса електронної пошти	Mariwa_11@mail.ru