

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕСОВИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 332.85

Гальчинський Л.Ю.
канд. техн. наук, доцент
Станіславчук Ю.С.

Національний технічний університет України «КПІ»

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ СТАНУ РИНКУ БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Подано основні результати дослідження, в рамках якого здійснено моніторинг роботи ринку будівництва в Україні та змодельовано динаміку зміни ціни за 1 кв. м. житла на первинному ринку; обрано економіко-математичну модель, яка здійснює діагностику стану ринку будівництва та виконано її програмну реалізацію.

This paper presents the main results of the study, in which we done monitoring of the construction market in Ukraine and modeled the dynamics of price changes per 1 square meter of housing in the primary market in Kyiv. We selected mathematical model, which provides diagnostics of the construction market, and we made software implementation of this model.

Ключові слова: “будівельна бульбашка”, стохастична модель.

Вступ. У сучасних умовах світової фінансової кризи та нестабільної економічної ситуації у країні, ситуація на ринку будівництва в Україні виглядає загрозовою. Це проявилось в підвищенні цін на будівельні матеріали, зменшенні кількості видач кредитів банками на будівництво, зростанні курсу долара, що вплинуло на платоспроможність фізичних та юридичних осіб купувати будівлі та споруди і до призупинення будівельних робіт і значного зростання відсотку незавершеного будівництва у кінці 2008–на початку 2009 р.

На нашу думку, сучасний стан будівельного комплексу України свідчить про необхідність розроблення комплексного механізму його оцінки, що дасть можливість виявити динаміку зміни стану ринку та передбачити можливі варіанти розвитку подій у майбутньому.

У процесі дослідження економічної літератури та всесвітньої мережі Інтернет на предмет наявності економіко-математичної моделі ринку будівництва (а точніше ринку будівництва житла як сегмента ринку будівництва), яка б відповідала сучасному його стану в Україні, було виявлено, що в нашій державі таких розробок дуже мало.

Що стосується зарубіжних дослідників, то можна відзначити публікації російських аналітиків ринку нерухомості Г. Стерніка [2, 3] та А. Гусева [4], які вивчають проблеми регіональних ринків житла Росії. Проте методологічний підхід напряму досліджень Г. Стерніка взагалі не передбачає якісь суттєві нерівноважні цінові зміни на ринку нерухомості, а тільки простежує коливання цін навколо стаціонарної траєкторії цін. На відміну від попереднього дослідника, у працях А. Гусева чітко ставиться задача “цінової бульбашки” на ринку житла і приводяться цікаві міркування стосовно конкретики її проявів на ринку житла Російської Федерації. Проте складність цього явища потребує, на наш погляд, більш фундаментального підходу. Такого роду підходи прослідковуються у працях цілого ряду західних дослідників, які вивчають цю проблему. Зокрема, варто відзначити чеських економістів В. Міхеда та П. Земчіка [5], які побудували модель багатовимірного часового ряду для дослідження ринку будівництва житла, також – американського дослідника Д. Лопес-Салідо, іспанського – О. Арсе, публікації О. Бланшара та М. Уотсона [7] стосовно раціональних очікувань бульбашок на цінових ринках та ін.

Постановка завдання. Стан ринку, який стрімко роздувається на основі спекуляцій і безпідставного зростання цін, економісти називають бульбашкою (*bubble*).

Вважається, що в наш час низький рівень доступності житла із кредитом, і тим більше без нього, для більшості українських родин обумовлений ціновим перегрівом на ринку нерухомості. Незважаючи на велику кількість професійних досліджень житлових ринків, наукою й практикою так і не було вироблено чіткі критерії, відповідно до яких ринку житла може бути привласнений статус будівельна бульбашка

(*housing bubble*). З погляду соціально-орієнтованого управління житловим ринком у стані перегріву, практикою також не було запропоновано ефективні рецепти подолання негативних наслідків. Таким чином, цінова бульбашка на житловому ринку залишається ринковою чинністю, що важко піддається оцінці і є майже не підвладною керуванню.

З огляду на такий стан речей, основна ціль статті полягає в пошуку такої математичної моделі, яка б дала змогу діагностувати стан ринку будівництва в Україні на предмет наявності будівельної бульбашки.

Методологія. Теоретичну та методологічну основу матеріалу статті становить економіко-математичне моделювання процесів динаміки зміни стану ринку будівництва в Україні за допомогою використання стохастичних кінцево-різницевих рівнянь та редукції поставленої задачі в детермінованому вигляді. Для аналізу стану ринку будівництва в Україні було обрано *модель*, запропоновану Бланшаром та Уотсоном (*Blanchard and Watson*), та її подальший розвиток такими авторами, як Т. Люкс та Д. Сорне, які у своїй праці “Про раціональні бульбашки та важкі хвости” [6] досліджують статистичні властивості часових рядів для визначення наявності раціональних бульбашок на фінансових ринках.

Програмну реалізацію моделі було виконано у середовищі розробки Borland C++ Builder 6.

Результати дослідження. Використовуючи розуміння принципу поведінки мультиплікативних стохастичних процесів, автори моделі виявили, що хвости безумовного розподілу, які відповідають процесу виникнення бульбашки, підпадають під степеневу залежність. Таким чином, раціональні бульбашки передбачають “важкі” степеневі хвости і для компоненти бульбашки в цінах і для цінкових різниць з показником степеня μ , меншим за 1.

Автори моделі також стверджують, що степеневий закон поведінки процесу бульбашок переходить на цінкові зміни. Позначаючи цінкові зміни d_t , отримуємо, що вони можуть бути записані як

$$d_t = p_{f,t} + B_t - p_{f,t-1} - B_{t-1} = (a_t - 1) \cdot B_{t-1} + \varepsilon_t + \eta_t \quad (1)$$

де d_t – позначення цінкової зміни; B_t – компонента бульбашки у період t , розраховується як різниця між ринковою ціною та фундаментальною вартістю (за 1 кв. м житла); $P_{f,t}$ – позначення фундаментальної вартості; a_t – стохастична величина, що визначає швидкість зміни стану ринку; ε_t – стохастичний компонент, що додається до систематичної частини B_t і являє собою білий шум; η_t – зміна фундаментальної вартості між моментами часу $t-1$ і t .

Представлена модель Т. Люкса та Д. Сорне звелася до стохастичного мультиплікативного кінцево-різницевого рівняння (1), яке не має аналітичного розв’язку. Для розв’язання такого рівняння необхідно застосовувати метод імітаційного моделювання Монте-Карло для обрахунку невідомих параметрів формули. Проте запропонований підхід породжує важку обчислювальну проблему – такий алгоритм потребує значних обчислювальних потужностей та витрат часу. З огляду на це у роботі зроблено спрощення, яке полягає у поверненні до основної початкової моделі Бланшара та Уотсона.

Бланшар і Уотсон запропонували модель із періодичним руйнуванням бульбашок – *модель “колапсуючих бульбашок”*. Компонент бульбашки в цій моделі іде за вибуховим ходом a_t . Щоб врахувати початок нової бульбашки після вибуху, стохастичний компонент ε_t додається до систематичної частини B_t :

$$B_t = a_t \cdot B_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

де a_t – стохастична величина, що визначає швидкість зміни стану ринку (вибуховий хід), $a > 1$; B_t – компонента бульбашки у момент часу t , іде з постійним відносним приростом та являє собою фактичну ціну:

$$B_t = a_t \cdot B_{t-1} \quad (3)$$

ε_t – це стохастичний компонент, що додається до систематичної частини B_t і являє собою білий шум.

Звичайно, цей системний підхід в рамках парадигми потребує перевірки на адекватність, тобто зіставлення з реальними даними. А це в свою чергу передбачає розробку відповідної схеми розрахунку. В цьому випадку це складна обчислювальна проблема, бо рівняння (2)–(3) є стохастичними різницевими рівняннями, а не детермінованими. Існують деякі дуже загальні й важливі результати щодо статистичної поведінки розв’язків стохастичних кінцево-різницевих рівнянь з мультиплікативними стохастичними коефіцієнтами Кестен [8], проте стійкої і надійної схеми розрахунку наразі не існує. Зокрема Бланшар та Уотсон довели, що умови існування бульбашки в цінах на актив підлягають розподілу з дуже важким хвостом. Незважаючи на те, що цей розподіл є єдиним і стаціонарним, ні його середнє значення, ні дисперсія або кожний більш високий момент не існують.

Основні результати моделі можуть бути підсумовані в такий спосіб: мультиплікативна природа процесу бульбашки разом з адитивним шумом гарантує степеневу поведінку хвостів, а вимога несуперечності для формування очікувань, по суті, рівняння (2) має на увазі відсутність середнього значення, дисперсії й усіх більш високих моментів розподілу компонента бульбашки в цінах на актив. Крім того, цей результат

можна перенести безпосередньо на цінові зміни. Для доходів це відображається у витягуванні скейлінгового інтервалу з подібним гіперболічним нахилом і крутим падінням кон'юнктури розподілу після цього.

Беручи до уваги як складність цієї проблеми в загальному вигляді, так і необхідність перевірки адекватності підходу до оцінки динаміки ринку нерухомості хоча б в якісному варіанті, ми пішли на суттєві спрощення, а саме в рівнянні (2) замість стохастичної змінної V_t використаємо її математичне очікування, залишивши стохастичну змінну ϵ_t у правій частині. Крім того, введемо певне евристичне міркування, яке базується на ідеї А. Гусева про критерій лускання цінової бульбашки. Таким чином, за А. Гусевим будемо вважати певний пороговий рівень перевищення темпу зростання цін на житло над темпом зростання купівельної спроможності середньої заробітної плати на ринку житла.

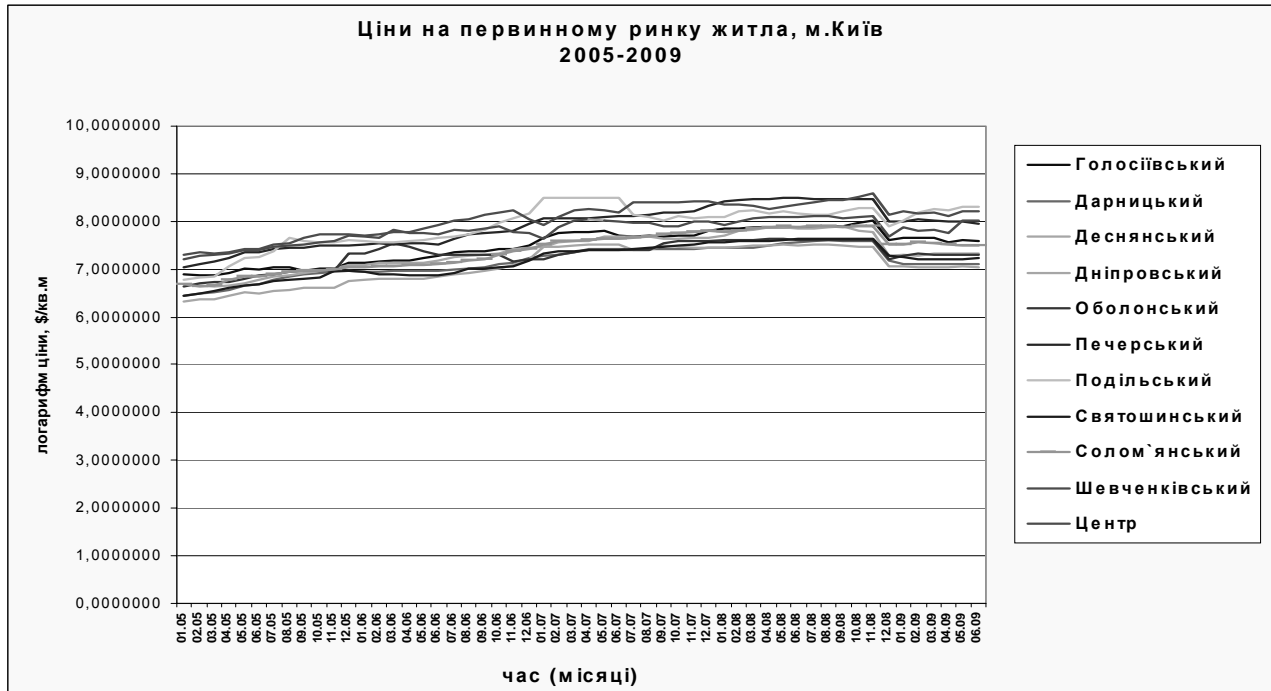


Рис. 1. Бульбашка на ринку житла у м. Київ (статистичні дані)

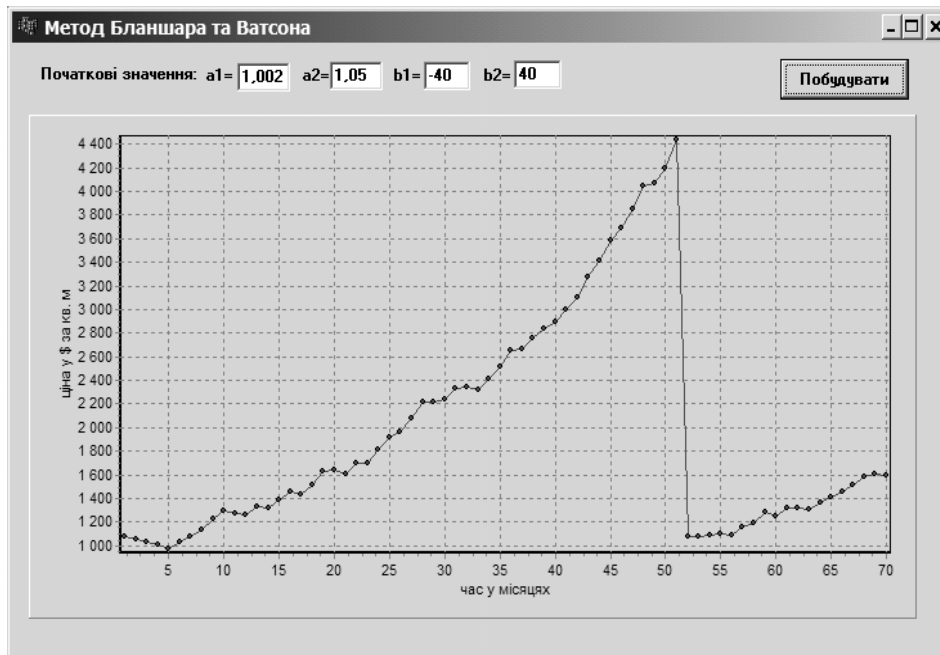


Рис. 2. Графік змодельованих цін на первинному ринку житла м. Києва за 2005–2009 рр. (розрахунок по моделі)

Наведені вище міркування дають змогу тепер описати динаміку цін на ринку нерухомості в першому наближенні і побудувати надійну схему розрахунку для такої моделі.

У зв'язку з тим, що для детальних обчислень описаної моделі необхідно мати числові дані, які є конфіденційною інформацією будівельних фірм та недоступні, був проведений емпіричний аналіз на основі динаміки зміни стану ринку будівництва у м. Києві за 2005–2009 рр. Було зібрано статистичні дані по цінам за 1 кв. м житла в доларах за 2005–2009 рр. Графіки поведінки цін відображено на рис. 1. Отримано ряд кривих, які вказують на існування раціональної бульбашки – спочатку підйом цін, а потім різке падіння в кінці 2008 р. та на початку 2009 р.

На основі розглянутої моделі Бланшара та Уотсона було реалізовано програму в середовищі розробки Borland C++ Builder 6, яка дає можливість чисельно змодельовати динаміку зміни цін у м. Києві та візуально відобразити зростання раціональної бульбашки, а також її вибух на ринку первинного житла.

На рис. 2 по осі X відображений час у місяцях, а по осі Y – змодельована за Бланшаром та Уотсоном ціна.

Видно збіг поведінки цін за розрахунками та статистичними даними. Звичайно, надалі необхідною є кропітка робота з уточнення цієї моделі.

Висновки. У межах цього дослідження здійснено моніторинг роботи ринку будівництва в Україні та змодельовано динаміку зміни цін за 1 кв. м житла на первинному ринку житла в м. Києві як основного індикатора, який відображає стан ринку. Практичне застосування моделі Бланшара та Уотсона дало можливість побачити, що в основі природи стану ринку будівництва в Україні лежить раціональна бульбашка, а також – показати динаміку її зростання на ринку київського житла.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що вперше на основі методології стохастичних різницевих рівнянь показано можливість моделювання поведінки ринку нерухомості в Україні у загальному вигляді та можливість застосування наведеної методології на практиці з метою прогнозування. Елементом наукової новизни також є спрощення наведеної економіко-математичної моделі до рівня розрахункової схеми та здійснення її програмної реалізації. На основі отриманих результатів передбачаються подальші дослідження.

Література:

1. Гальчинський Л.Ю. Дослідження основних тенденцій розвитку ринку будівництва житла України / Леонід Гальчинський, Юлія Станіславчук // Сучасні проблеми економіки і підприємництва: зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України ; НТУУ “КПІ”. – К. : [НТУУ “КПІ”], 2009. – 479 с.
2. Стерник Г.М. Как прогнозировать цены на жилье : метод. пособие / Г.М. Стерник. – М.: ПЦФКО, 1996. – 25 с.
3. Стерник Г.М. Методические рекомендации по анализу рынка недвижимости / Г.М. Стерник. – М.: РГР, 1999. – 60 с.
4. Гусев А.Б. Ценовые пузыри на региональных рынках жилья [Електронний ресурс] / А.Б. Гусев // URL: <http://riep.ru/works/publications.php>.
5. Mikhed V. Testing for Bubbles in Housing Markets: A Panel Data Approach / Vyacheslav Mikhed, Petr Zemcik // Working Paper Series No. 338 / Academy of Sciences of the Czech Republic ; Charles University in Prague ; CERGE – Economics Institute. – Prague : [Charles University in Prague], 2007. – 49 p. – ISSN 1211-3298. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1113864>.
6. Lux T. On Rational Bubbles and Fat Tails / Thomas Lux, Didier Sornette // Journal of Money, Credit, and Banking. – 2002, № 3. – P. 589–610.
7. Blanchard O.J. Bubbles, Rational Expectations and Speculative Markets / O.J. Blanchard, M.W. Watson // Crisis in Economic and Financial Structure: Bubbles, Bursts, and Shocks / ed. P. Wachtel ; Lexington Books. – Lexington : 1982.
8. Kesten H. Random Difference Equations and Renewal Theory for Products of Random Matrices // Acta Mathematica. – 1973, v. 131. – P. 207–248.