

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЫНОЧНЫХ ЦЕН НА БАЗЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ПАУТИНООБРАЗНОЙ МОДЕЛИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

Моспан А.А.

Руководитель Назарова И.А.

*IV Международная научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов, студентов «Современная информационная Украина: информатика, экономика, философия»,  
Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, 13-14 мая  
2010 г.*

Кризисные явления, произошедшие в последнее время, требуют дальнейшего развития методов экономико-математического моделирования и, в частности, изучения поведения динамики рыночных цен. В данной статье рассмотрена нелинейная паутинообразная модель ценообразования, суть которой заключается в поиске равновесной цены на рынке недвижимости на основе анализа кривых спроса и предложения.

Рассмотрим динамику цен на рынке недвижимости в сочетании с ценами на рынке земли. Предположим, что все компании-застройщики имеют единую цель и примерно одинаковый уровень доходов. Пусть цена характеризуется следующей нелинейной функцией, обратной функции спроса:  $P=a-b\sqrt{Q}$ , где  $Q$  – выпуск продукции.

Имеем спрос на землю в период  $t$  –  $D_1$ , спрос на жилье в период  $t$  –  $D_2$ , и, соответственно,  $P_1$  и  $P_2$  – цены на землю и жилье. Таким образом, функции спроса можно представить в следующем виде:

$$D_1(t) = b_0 - b_1 * P_1(t) + b_2 * P_1(t)^2, \quad D_2(t) = c_0 - c_1 * P_2(t) + c_2 * P_2(t)^2, \quad (1)$$

В соответствии с законом спроса, кривая спроса имеет невозрастающий характер, и характеристики в (1) должны соответствовать следующим условиям:

$$2b_2 * P_1(t) - b_1 < 0; \quad 2c_2 * P_2(t) - c_1 < 0; \quad 4b_2 b_0 - (b_1)^2 > 0; \quad 4c_2 c_0 - (c_1)^2 > 0. \quad (2)$$

Таким образом, рынок земли взаимосвязан с рынком жилья. Отметим, что непосредственного влияния рынок жилья не оказывает на рынок земли, но с ростом цен на землю предложение на рынке недвижимости снижается. В таком случае функции предложения земельных участков ( $S_1$ ) и жилья ( $S_2$ ) в период  $t$  могут быть следующими:

$$S_1(t) = a_0 + a_1 * P_1(t) + a_2 * P_1(t)^2, \quad S_2(t) = d_0 + d_1 * P_2(t) + d_2 * P_2(t)^2 - d_3 * P_1(t) \quad (3)$$

В соответствии с законом предложения, кривая предложения имеет неубывающий характер, и зависимости в (3) должны удовлетворять условиям:

$$2a_2 * P_1(t) + a_1 > 0; \quad 2d_2 * P_2(t) + d_1 > 0. \quad (4)$$

Предложение будет иметь место в случае, если:

$$P1(t) > (-a1 + \sqrt{(a1^2 - 4a2*a0)})/(2a2); \quad P2(t) > (-d1 + \sqrt{(d1^2 - 4d2*d0)})/(2d2). \quad (5)$$

Определим,

$$Z(P) = D(P) - S(P) \quad (6)$$

где  $Z(P)$  – функция излишнего спроса, прямо пропорционально зависящая от цены, которая заполняет разницу между спросом и предложением. При низкой цене, излишний спрос существует, и, при высокой, излишний спрос тоже существует, таким образом, равновесная цена  $P^*$ , которая удовлетворяет  $Z(P^*) = 0$ . Подставляя (1) и (3) в (6), получим:

$$\begin{aligned} Z(P1(t)) &= b0 - a0 - (a1 + b1)P1(t) + (b2 - a2)P1(t)^2; \\ Z(P2(t)) &= c0 - d0 - (d1 + c1)P2(t) + (c2 - d2)*P2(t)^2 + d3*P1(t); \\ t &= 0, 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (7)$$

Введем положительные параметры  $\alpha 1$  – параметр цены на землю, который корректирует цену на жилье, контролируруемую правительством посредством планов земельных участков;  $\alpha 2$  – параметр цены на жилье.

Сформируем динамическую модель цен на землю и жилье в виде:

$$\begin{aligned} P1(t) &= P1*(t - 1) + \alpha 1 * Z(P1(t-1)); \\ P2(t) &= P2*(t - 1) + \alpha 2 * Z(P2(t-1)); \\ t &= 0, 1, 2, \dots, \end{aligned} \quad (8)$$

Данные функции характеризуют процессы изменения цен на жилье и землю, и представляют собой двухмерное нелинейное пространство, которое может рассматриваться как дискретная динамическая система.

Исследование модели ценообразования для рынков недвижимости и земли производилось в программном пакете E&F Chaos. Программа разработана в Центре нелинейной динамики в экономике и финансах (Center for Nonlinear Dynamics in Economics and Finance, CeNDEF) [1-2]. Изначально воспользуемся графическим анализом, который позволит наглядно изучить паутинообразный процесс (см. рис. 1). С помощью функции «Next Iteration» можно пошагово добиться определения равновесной цены (либо отклонения от нее).

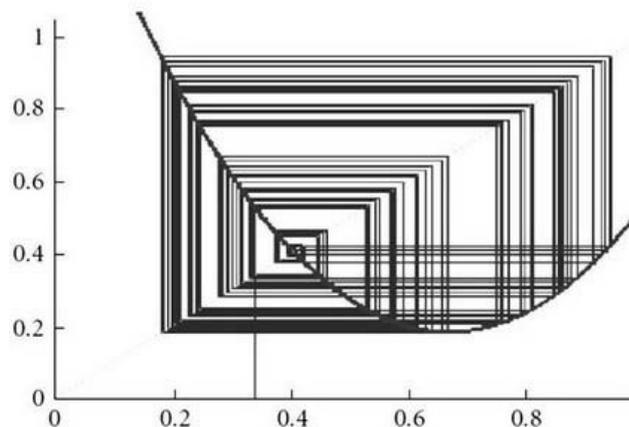


Рис. 1 – «Паутинообразная» модель рынка недвижимости с заданными параметрами

Благодаря дополнительной настройке «Iterations» можно задать произвольное количество итераций. Хаотические изменения цены во времени, или другими словами чувствительность цены, можно отобразить диаграммой «Time Series». На рис. 2 приведено изменение цены на земельные участки во времени.

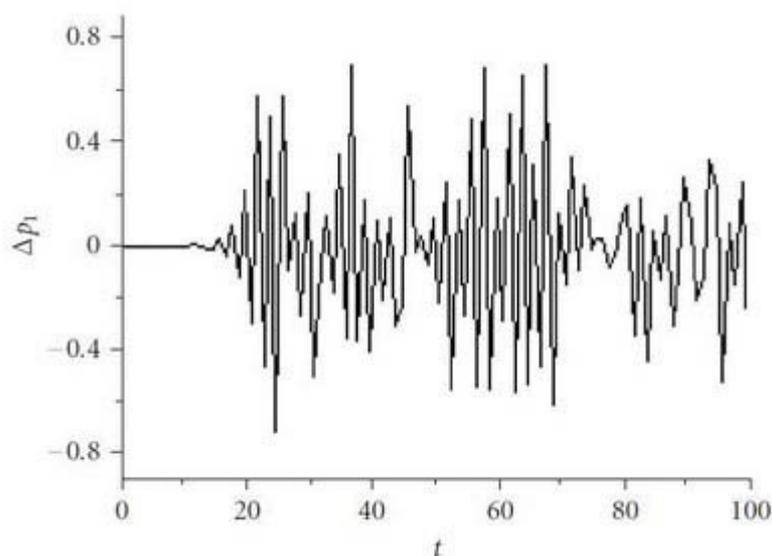


Рис. 2 – Чувствительность цены на недвижимость P1 во времени

Программный пакет E&F Chaos позволяет создавать новые, более сложные модели, и обладает широким набором средств для проведения исследований и визуализации результатов анализа динамики ценообразования. Результаты исследований показывают, что изменение цены на землю имеет значительное влияние на рынок недвижимости, и динамика рынка меняется, в использовании «игроками» разной скорости его перестройки.

### ***Список литературы***

1. Center for Nonlinear Dynamics in Economics and Finance. – Режим доступа: <http://www1.fee.uva.nl/cendef/> CeNDEF
2. Diks C., Hommes C., Panchenko V., Roy van der Weide Art. E&F Chaos: A User Friendly Software Package for Nonlinear Economic Dynamics // *Comp. econom.*- 2008.- P.221-244.