

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕНЫ КВАДРАТНОГО МЕТРА НА ВТОРИЧНОМ РЫНКЕ ЖИЛЬЯ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

А. И. Брек

Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, eco.brek@bsu.by
Научный руководитель – Ю. Г. Абакумова

В работе на основе динамических моделей проведен анализ тенденций и отбор факторов влияния для показателя стоимости квадратного метра жилой недвижимости на вторичном рынке. Применение разработанных динамических моделей на реальных данных продемонстрировало высокую точность прогноза. Использован комбинированный подход для оценки прогноза на текущий год.

Ключевые слова: жилая недвижимость; стоимость жилья; эконометрическая модель.

Решение жилищных проблем и вопросы ценообразования на рынке жилья являются актуальными на протяжении длительного периода во многих странах мира, доступность жилья определяет уровень благосостояния населения, являясь одним из направлений социально-экономического развития стран.

Ценообразование на рынке жилья зависит от многих факторов, таких как спрос и предложение, уровень доходов населения, инфляция, процентные ставки, наличие и качество инфраструктуры, а также политических и экономических решений правительства. Эти факторы влияют на рыночные цены на жилье и могут привести к росту или падению цен [1]. В рамках построения комбинированного прогноза было рассмотрено несколько подходов оценки частных прогнозов, основанных на построении факторной модели, модели декомпозиции и авторегрессии – скользящего среднего, модели нечеткой регрессии.

Для построения эконометрических моделей прогнозирования были отобраны следующие показатели и использовались приведенные далее обозначения: *Price* – стоимость квадратного метра на вторичном рынке жилой недвижимости (в долларовом эквиваленте), *Quant* – количество предлагаемого жилья на рынке, *Exchange* – официальный обменный курс доллара к белорусскому рублю, *Rate* – ставка рефинансирования, *GDP* – ВВП в миллионах белорусских рублей в ценах 2018 года. Добавление к обозначениям переменных *L* означает логарифмирование показателя, Δ – переход к приростам или первым разностям. Информационную базу для построения модели составили квартальные данные с первого кварта-

ла 2018 года по первый квартал 2024 года. В качестве предмета исследования был выбран рынок вторичного жилья города Минска, в связи с повышенной активностью на столичном рынке по сравнению с другими городами Беларуси.

Для временных рядов проводилась проверка на стационарность с помощью ADF-теста, который показал интегрированность первого порядка всех рядов, кроме нескорректированного на сезонность ВВП: он стационарен в уровнях. Отметим, что вывод для показателя стоимости квадратного метра зависел от выбранного уровня значимости, что будет далее использовано при построении модели нечеткой регрессии.

Для показателей, представленных нестационарными временными рядами, интегрированными первого порядка, было решено проверить гипотезу на наличие коинтеграции. Используя критерий CRDW, на основании значения статистики $DW = 1,055$, можно сделать вывод об их коинтегрированности, что позволяет построить модель коррекции ошибок, включив затем в нее показатель ВВП:

$$\begin{aligned} \Delta Price_t = & -0,50e_{t-1} - 25,40\Delta Exchange_{t-3} - 171,44\Delta LQuant_t - \\ & (0,0074) \quad (0,0459) \quad (0,0013) \\ & -38,52\Delta Rate_t + 141,28\Delta LGDP_{t-2} - 67,18d_{2021q1} + 13,94, \\ & (0,0008) \quad (0,0229) \quad (0,0154) \quad (0,016) \end{aligned}$$

где дополнительно рассмотрены e – остатки модели коинтеграции; d_{2021q1} – фиктивная переменная для коррекции выброса в 1 квартале 2021 года; в скобках под коэффициентами указаны значения доверительных вероятностей P для проверки гипотезы о статистической значимости.

Общее статистическое качество модели характеризуется как удовлетворительное: $R^2 = 0,75$ ($P = 0,000$). Статистика $DW = 1,88$, что означает отсутствие автокорреляции остатков первого порядка (дополнительно отсутствие автокорреляции более высоких порядков подтверждалось на основе анализа коррелограммы остатков модели). Тест Вайта на гетероскедастичность позволяет сделать вывод об однородности дисперсии остатков ($P = 0,82$). Проверка мультиколлинеарности с помощью VIF показала, что статистика для каждого коэффициента не превышает 1,74, что подтверждает отсутствие мультиколлинеарности.

Следующим шагом была построена модель разложения стоимости квадратного метра жилой недвижимости на вторичном рынке, или декомпозиция, на линейный тренд, цикличность и остатки, с коррекцией автокорреляции на основе авторегрессии и скользящее среднее:

$$Price_t = 1328,05 - 93,32 \sin(0,35t + 0,3) - 1,29t - 0,85 Price_{t-3} - 0,96 \varepsilon_{t-2}.$$

$$(0,000) \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,000) \quad (0,000)$$

Коэффициент R^2 регрессионного уравнения составил 0,96, коэффициенты уравнения статистически значимы, модель удовлетворяет всем условиям предпосылок метода.

Модель нечеткой регрессии строилась при условии принятия вывода о стационарности временного ряда стоимости квадратного метра на основе уравнения:

$$Price_t = -34,73 \Delta Exchange_{t-3} - 130,46 \Delta LQuant_t - 24,01 \Delta Rate_t +$$

$$(0,015) \quad (0,017) \quad (0,014)$$

$$+ 23,29 LGDP_{t-2} + 0,82 Price_{t-1}.$$

$$(0,034) \quad (0,000)$$

В уравнении R^2 равен 0,899, все коэффициенты могут считаться значимыми при ошибке в 5 %. Предпосылки метода выполняются также, как и для предыдущих моделей.

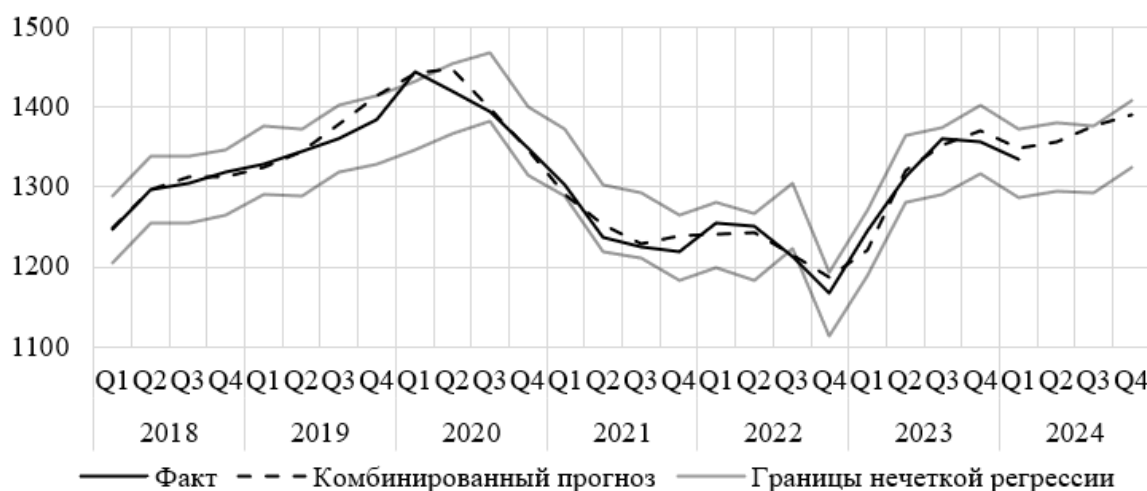
Нечеткое уравнение регрессии – уравнение регрессии, в котором эндогенной и экзогенными переменными выступают нечеткие величины, как и коэффициенты уравнения. Задача нечеткой регрессии является оптимальное определение коэффициентов ее уравнения. Итоговое уравнение выглядит следующим образом:

$$Price_t = \langle 20, 20; 22, 94; 25, 68 \rangle LGDP_{t-2} - 34,07 \Delta Exchange_{t-3} -$$

$$- 134,5 \Delta LQuant_t - 23,72 \Delta Rate_t + \langle 0,81; 0,82; 0,83 \rangle Price_{t-1}.$$

В угловых скобках указаны нечеткие коэффициенты. Опираясь на модальные значения, был вычислен коэффициент детерминации уравнения: $R^2 = 0,90$. Принято решение построить комбинированный прогноз, с подборов весовых коэффициентов к полученным частным прогнозам таким образом, чтобы MAPE итогового прогноза был минимален. В результате было взято 83,74 % от модели декомпозиции, 9,73 % от модели в уровнях и 6,53 % от модели коррекции ошибок. Так же были учтены

границы нечеткой регрессии. С помощью комбинированного подхода были построены прогнозы на каждый квартал 2024 года (рисунок).



Результаты оценки комбинированного прогноза стоимости квадратного метра

Во втором квартале 2024 года прогнозное значение стоимости квадратного метра будет находиться в пределах от 1294,38 до 1379,08 долларов в среднем. Ожидается удорожание вторичного жилья: цены на квадратный метр в долларовом эквиваленте поднимутся на 0,67 % до уровня в 1356,28 долларов на квадратный метр.

Средняя за квартал стоимость квадратного метра в третьем квартале 2024 составит минимум 1292,14 долларов, а максимум 1376,41 долларов. Согласно точечному прогнозу, цена возрастет еще сильнее и упрется в потолок интервального прогноза вплоть до 1376,37 долларов за метр квадратный, прирост составит 1,48 % от уровня предыдущего квартала.

К концу года рост цен не остановится, хотя темп роста снизится: 1,3 % прироста предыдущего квартала. Цены на квадратный метр в среднем могут составить 1390,51 доллар. Интервальный прогноз предсказывает диапазон цен от 1323,78 до 1408,10 долларов за квадратный метр.

Библиографические ссылки

1. Брек А. И., Абакумова Ю. Г. Анализ состояния и тенденций рынка жилой недвижимости // Банковский бизнес и финансовая экономика: глобальные тренды и перспективы развития : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, магистрантов и аспирантов, Минск, 19 мая 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. А. Королёва (гл. ред.) [и др.]. Минск : БГУ, 2023. С. 44–49.