

РАЗДЕЛ 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 332.622

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ВТОРИЧНОМ РЫНКЕ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В ГОРОДЕ МИНСКЕ

Ю. Г. Абакумова

*старший преподаватель, Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
abakumovajg@bsu.by*

Целью публикации являлось краткосрочное прогнозирование стоимости квадратного метра жилой недвижимости на вторичном рынке жилья в г. Минске на основе модели временных рядов, характеризующихся наличием длинной памяти. Подтвердилось, что показатель стоимости квадратного метра можно отнести к процессам, обладающим длинной памятью, что позволило использовать для проведения прогнозирования в практической части модель класса авторегрессии и скользящего среднего с дробным порядком интегрирования. Для получения выводов относительно ожидаемой динамики исследуемого показателя на основе полученной модели произведена оценка прогноза рассмотренного показателя на 2024 г.

Ключевые слова: вторичный рынок жилья; стоимость квадратного метра; модель ARFIMA.

FORECASTING OF PRICES ON THE RESIDENTIAL REAL ESTATE SECONDARY MARKET IN MINSK

J. G. Abakumova

senior lecturer, Belarusian state university, Minsk, Belarus, abakumovajg@bsu.by

The purpose of the publication was short-term forecasting of the cost per square meter of residential real estate on the secondary housing market in Minsk based on a time series model characterized by the presence of long memory. It was confirmed that the cost per square meter can be attributed to processes with a long memory, which made it possible to use an autoregressive moving average model with a fractional-order of integration in the practical part. To draw conclusions regarding the expected dynamics of the indicator under research, based on the obtained model, the forecast of the considered indicator for 2024 was estimated.

Keywords: residential real estate secondary market; cost per square meter; ARFIMA model.

На цену квадратного метра недвижимости на вторичном рынке оказывают влияние такие факторы, как девальвация национальной валюты и условия кредитования строительства и приобретения жилья, а также уровень доходов населения и инфляционные процессы. Однако точность прогнозов, получаемых на основе корреляционно-регрессионного анализа с учетом влияния данных факторов, оказывается недостаточно высокой. Результат прогнозирования

динамики экономических показателей часто связан с наличием определенных сложностей, таких как нестационарность и отсутствие коинтегрированности временных рядов, резкие изменения динамики, вызванные кризисными обстоятельствами, внутренними и внешними шоками, невозможность учета в явном виде всех возможных факторов и т. д. При этом известно, что большую часть временных рядов макроэкономических и финансовых показателей на практике можно аппроксимировать с помощью модели авторегрессии и скользящего среднего с достаточно высокой степенью точности.

При определении параметров авторегрессионной модели скользящего среднего будем рассматривать более общий случай ARFIMA(p, d, q), предполагающий обобщение целочисленного порядка интегрирования в традиционных моделях ARMA (ARIMA), соответствующего понятию короткой (бесконечной) памяти. Таким образом, понятие длинной памяти является промежуточным между понятиями памяти короткой и памяти бесконечной, а процессы ARMA(p, q) и ARIMA(p, d, q) являются частными случаями процесса ARFIMA(p, d, q) при $d = 0$ и $d = 1$ соответственно. Наличие длинной памяти означает, что информация, содержащаяся в прошлом поведении ряда, оказывается полезной для предсказания его будущих значений и дает возможность предпринять попытку превзойти прогноз на основе традиционных моделей ARMA. Процессы ARFIMA представляют собой достаточно удобный инструмент анализа временных рядов, поскольку дают возможность одновременного моделирования эффектов длинной и короткой памяти [1].

Информационная база для прогнозирования показателя стоимости предложения квадратного метра на вторичном рынке жилья в г. Минске (переменная обозначена P) включала в себя ежемесячные данные с июня 2016 года по октябрь 2023 года. Необходимым элементом прикладного эконометрического анализа временных данных является тестирование временных рядов на стационарность. Используем для этого тесты о наличии у временного ряда единичного корня, такие как расширенный тест Дики-Фуллера (ADF) и тест Филлипса-Перрона (PP), учитывающий, помимо автокорреляции, также возможную гетероскедастичность ошибок. Наличие единичных корней предполагает, что характеристическое уравнение авторегрессионной модели временного ряда имеет корни, которые равны по модулю единице, и это также эквивалентно понятию нестационарности и интегрированности такого временного ряда. Дополнительно рассмотрим тест Квятковского, Филлипса, Шмидта, Шина ($KPSS$), где в качестве нулевой гипотезы выступает предположение о том, что временной ряд является стационарным около детерминированного тренда. В тестах ADF и PP при принятом уровне значимости $\alpha = 0,05$ для рассматриваемого показателя P принимается нулевая гипотеза о наличии единичного корня, с соответствующими значениями доверительной вероятности $P = 0,825$ и $P = 0,867$. Результаты, полученные в тесте $KPSS$, указывают на возможность отвергнуть нулевую гипотезу при всех уровнях значимости, за исключением $\alpha = 0,01$ (наблюдаемое значение тестовой статистики 0,200, спецификация – тренд).

На основе результатов тестирования представляется возможным описание рассматриваемого показателя P процессом вида $I(1)$, использование нами дробного порядка интегрирования в таком случае будет основываться на том, что (1) при использовании реальных статистических данных на практике не всегда представляется возможным точно определить, какой процесс лежит в основе динамики исследуемого показателя; (2) игнорирование наличия у временного ряда длинной памяти, когда она в действительности имеет место, приводит к худшим результатам при решении задачи прогнозирования, чем если принять предположение о длинной памяти, когда она отсутствует [2].

Уравнение (1) представляет собой результат оценивания модели ARFIMA(p, d, q) в пакете Eviews. Переменной D в уравнении (1) обозначены фиктивные переменные, с помощью которых корректировались аддитивные выбросы в апреле 2020 года, марте 2021 года и декабре 2022 года, которые непосредственно связаны с изменением динамики показателя цены в эти периоды.

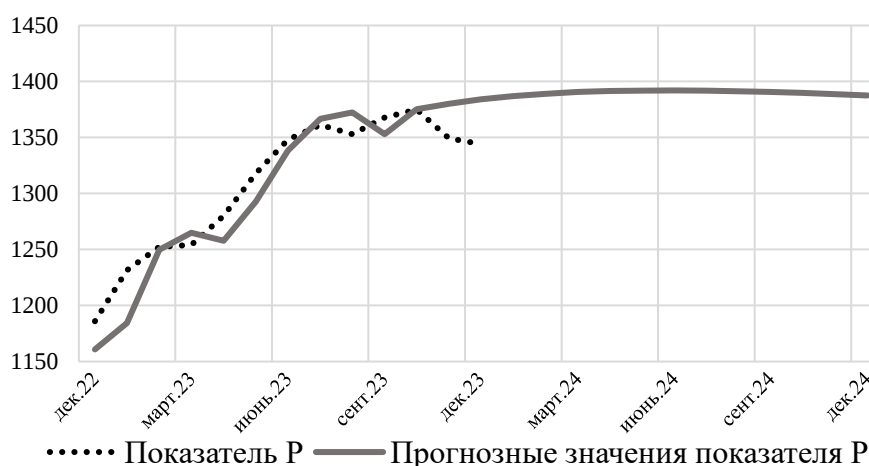
$$(P) \quad \begin{matrix} P_t = 64,1 + 0,95P_{t-1} + 0,5d + 0,32\varepsilon_{t-5} - 0,28\varepsilon_{t-6} - 0,22\varepsilon_{t-7} + D \\ (0,000) \quad (0,000) \quad (0,006) \quad (0,018) \quad (0,049) \end{matrix} \quad (1)$$

В круглых скобках под коэффициентами уравнения указаны P -значения t -статистики оценки коэффициента: приведенные значения позволяют принять, что все параметры модели статистически значимы при стандартном уровне значимости 5 %. Для части параметров вывод о статистической значимости может быть сделан и при более низком уровне ошибки: при коэффициенте при лаге переменной P параметр значим и при 1 % уровне значимости. Все фиктивные переменные также статистически значимы при заданном уровне. Коэффициент детерминации модели $R^2 = 0,978$ статистически значим ($P = 0,000$) и подтверждает высокое статистическое качество модели. Средняя абсолютная процентная ошибка прогноза модели на основе встроенной в Eviews функции составила 1,24%.

Согласно оценке модели ARFIMA(1;0,5;7) параметр d оказался значим на 1 % уровне и входит в допустимый диапазон согласно расчетам 99 %-доверительного интервала (значение 0,5 в уравнении (1) приведено с округлением). Отметим, что оценка коэффициента авторегрессии сопоставима с результатом $\rho = 0,94$, полученным ранее на временном интервале, который включал данные по 2018 г., что свидетельствует об устойчивости оценки данного параметра к актуализации данных [1].

Эксперименты с моделью и тестирование её статистических качеств на различных временных периодах, в пределах последних пяти лет, показали, что изменение рассматриваемого интервала: не влияет на оценку коэффициента авторегрессии; значение порядка интегрированности d изменяется в пределах 0,47–0,499; уменьшение длины временного ряда показателя P за счет наблюдений начала выборки во всех случаях улучшает выводы о статистических характеристиках модели (1) при проверке гипотез о гомоскедастичности и некоррелированности случайных отклонений модели, а также наличии у случайных отклонений нормального распределения.

Для оценки прогнозной точности модели оценивался ретроспективный прогноз для последних трех месяцев, использованной для оценки модели (1) выборки. Средняя абсолютная процентная ошибка прогноза составила 0,73 %. Таким образом, с помощью модели, учитывающей наличие длинной памяти, можно получить достаточно точные прогнозы для исследуемого ряда P . На рисунке ниже представлены результаты оценивания прогноза показателя P на 2024 год на основе построенной модели ARFIMA(1;0,5;7).



Динамика показателя стоимости квадратного метра на вторичном рынке жилья и его прогнозных значений

Анализ изменения стоимости предложения квадратного метра на вторичном рынке жилой недвижимости показал за 2023 год рост цены на 8 % в сравнении с предыдущим годом. По состоявшимся сделкам, некоторые из агентств недвижимости оценивают этот рост на уровне 6 %. Автор согласен с позицией аналитиков, которые объясняют такой рост спроса с благоприятными условиями кредитования, когда стоимость кредитных ресурсов стала более привлекательной в условиях последовательного снижения ставок и мягкой денежно-кредитной политики.

На 2024 год в условиях отсутствия внутренних и внешних шоков экспертами прогнозируется рост цен на уровне 4–5 % и постепенный выход вторичного рынка жилой недвижимости на плато. Динамика прогнозных значений показателя (рисунок) соответствует описанному сценарию, демонстрируя тенденцию замедления роста, который составит по прогнозу 5,3 % за 2024 год.

Библиографические ссылки

1. *Абакумова Ю. Г.* Применение моделей временных рядов с долгой памятью для прогнозирования цены квадратного метра // Тенденции экономического развития в XXI веке : мат. Межд. науч. конф. (28 февраля 2019 г., г. Минск) / Белорусский государственный университет. Минск : Право и экономика, 2019. С. 211–214.

2. *Andersson M. K.* On the Effects of Imposing or Ignoring Long Memory When Forecasting // Working Paper Series in Economics and Finance. 1998. N 225.