

УДК 332.85 DOI: 10.14451/1.242.383

Эконометрическое моделирование средних цен аренды жилья в Москве

© 2025 Цыпин Александр Павлович

Кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бизнес-аналитики, Факультет налогов, аудита и бизнес-анализа. Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия.

E-mail: aptsypin@fa.ru

Ключевые слова: рынок жилья, цена, аренда жилья, динамика, эконометрика, экспоненциальное сглаживание, среда программирования R.

В статье рассматривается динамика цен аренды жилья в Москве. Проводится корреляционный анализ зависимости цен аренды и ключевой ставки. На основе моделей экспоненциального сглаживания строится прогноз развития явления в 2024 году. В заключении приводится вывод о целесообразности применения адаптивных методов краткосрочного прогнозирования для описания сложной динамики временных рядов цен аренды жилья.

Введение

Российский рынок жилья в последние пять лет испытал на себе несколько шоковых воздействий, это и ковид-кризис (2020 г.), дезориентация в связи с «шквалом» экономических санкций (2022 г.), рост ключевой ставки (2024 г.). Все эти потрясения негативным образом отразились как на первичном, так и на вторичном рынке жилья, а также рынке арендного жилья. В связи с этим представляет научный интерес анализ динамики цен аренды жилья в самом крупном городе России, то есть в Москве.

Обращаясь к базе научных публикаций elibrary.ru, обнаруживаем незначительное количество публикаций по теме рынка арендного жилья. При этом заслуживают внимание работы следующих авторов: Багуля В. С. [2], Брянцева И. В. [3], Глушченко М. Е. [5], Дорожкин Д. А. [6], Сапунов А. В. [8]. Стоит заметить, что в приведенных работах, авторы рассматривают динамику

цен аренды жилья, но при этом не используют эконометрические методы для моделирования тенденций и построения прогнозов. В проводимом исследовании, исправим выделенный недостаток и применим к временным рядам цен аренды жилья в г. Москве модель экспоненциального сглаживания.

Материалы и методы

Официальная статистика России в отношении рынка недвижимости предоставляет пользователям лишь информацию по средним ценам жилья на первичном и вторичном рынке. При этом Росстат по рынку аренды жилья информацию не собирает. Исследователю для проведения анализа динамики цен аренды жилья необходимо либо самостоятельно собирать информацию с электронных досок объявления (к примеру, ЦИАН, Яндекс Недвижимость, Avito и т.д.), либо использовать информацию риэлторских или аналитических агентств. Первый путь сопряжен с высокими трудозатратами по сбору

информации, второй содержит риск получения некорректной (искаженной) информации.

В нашем исследовании будем использовать сведения из базы недвижимости Restate [9]. Эти данные требуют предварительной подготовки. Так информация по рынку аренды жилья фиксируется в данной базе не регулярно, за некоторые месяцы имеется два-три значения, по некоторым представлен лишь один уровень. Соответственно усредним значения и приведем временные ряды к ежемесячному разрезу. Также стоит отметить, что подходы к формированию длинных временных рядов и их периодизации были изложены в более ранней публикации [7].

В итоге получаем три временных ряда, охватывающих период 01.01.2020–01.01.2024 гг.: h_1 – цены аренды однокомнатных квартир; h_2 – цены аренды двухкомнатных квартир; h_3 – цены аренды трехкомнатных квартир. При этом отметим, что оценка моделей будет проводиться по данным за период 2020–2023 гг., а сведения за 2024 г. будут использованы для оценки качества прогнозов.

Для эконометрического моделирования будем использовать метод экспоненциального сглаживания. А именно трехпараметрическую модель Хольта-Винтера, которая согласно работе Атчаде М. Н. [1] имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} y'_{t+d|t} &= a_t + db_t + s_{t-m(d \bmod m)}; \\ a_t &= \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}); \\ b_t &= \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}; \\ s_t &= \gamma(y_t + a_t) + (1 - \gamma)s_{t-m}, \end{aligned}$$

где y_t – фактические уровни временного ряда; y'_t – сглаженные уровни временного ряда; a_t – сглаженный уровень ряда на период t ; b_t – сглаженная оценка тренда; s_t – сглаженный сезонный фактор; α, β, γ – сглаживающие константы, уровней временного ряда, тренда, сезонности, они принимают значения в интервале от 0 до 1; d – количество шагов прогноза; m – длина сезона ($m = 4$ для квартальных данных, $m = 12$ для месячных наблюдений).

Проведение экспоненциального сглаживания будем проводить в среде программирования R, для этого используем возможности библиотеки `forecast` [4]. В которой реализованы три варианта модели: `ses()` – простое экспоненциальное сглаживание; `holt()` – двухпараметрическое; `hw()` – трехпараметрическое.

Результаты исследования

Первым делом проведем визуализацию динамики уровней временных рядов цен аренды жилья в Москве. Для этого используем пакет `ggplot2` и функции `geom_line()`. Итоговый график представлен на рисунке 1.

Как и ожидалось, цены аренды на квартиры разной площади (1, 2, 3-комнатные) отличаются друг от друга. При этом динамика трех временных рядов развивается синхронно. Это указывает на тот факт, что на рынке арендного жилья действуют одни и те же факторы, определяющие динамику временных рядов в независимости от площади квартир. Так, отчетливо проявляется реакция рынка на ковид-кризис (резкий рост), далее события начала 2022 года также провоцируют рост цены, в конце 2023 года также намечился подъем под влиянием роста ключевой ставки Центрального Банка России (ЦБ).

Также стоит отметить, что помимо ярко выраженной ситуационной составляющей (реакция рынка на шоковое воздействие) наблюдаем относительный рост, но не обнаруживаем сезонной составляющей ряда.

Оценим коэффициенты корреляции между временными рядами и ключевой ставкой ЦБ, для этого воспользуемся функцией `cor()` из базового пакета R.

Как показывают приведенные значения (табл. 2) коэффициента корреляции, прослеживается заметная связь между ключевой ставкой (k) и колебаниями уровней временных рядов цен аренды жилья. Таким образом, подтверждается гипотеза о влиянии этого фактора на волатильность изучаемых показателей.

Проведем построение трехпараметрической

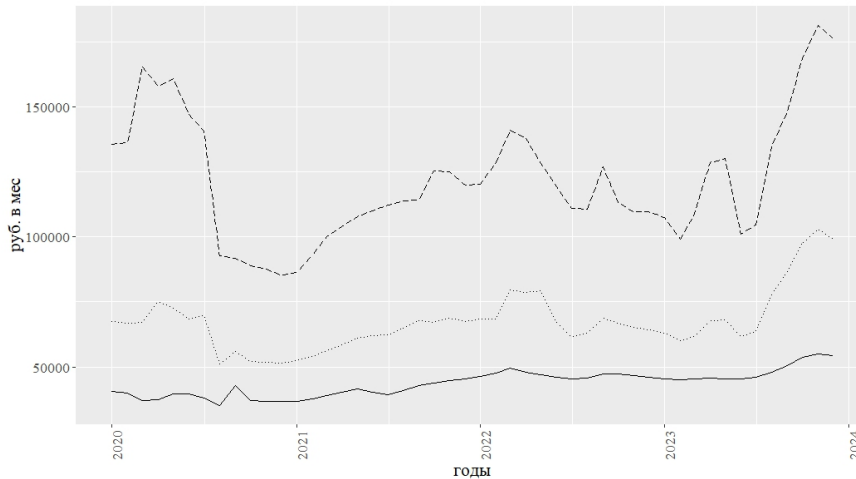


Рис. 1. Динамика цен аренды жилья 1, 2, 3-комнатных квартир в Москве (Источник: построено на основе данных базы недвижимости Restate [9]. Примечание: представлены результаты вычислений в языковой среде R).

Таблица 1. Значения коэффициентов корреляции между уровнями временных рядов цен аренды жилья в Москве и ключевой ставкой ЦБ.

	h_1	h_2	h_3	k
h_1	1	0,76	0,48	0,8
h_2	0,76	1	0,88	0,73
h_3	0,48	0,88	1	0,53
k	0,8	0,73	0,53	1

Источник: авторские расчеты на основе данных базы недвижимости Restate [9].

Примечание: представлены результаты вычислений в языковой среде R.

модели Хольта-Винтера, для этого используем функцию $hw()$ из библиотеки `forecast`. При этом подбор сглаживающих констант будет осуществлен в автоматическом режиме. Характеристики модели представлены на рисунке 2.

Прежде всего нас интересуют Error measures, то есть меры ошибок модели. Как видно, все показатели получены низкими. Наиболее важным является MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах), в случае, когда она получена менее 10% (как в нашем случае), можно утверждать, что модель получена устойчивой и адекватной

фактическим уровням временного ряда.

На основе построенной модели проведем прогнозирование на 12 месяцев 2024 года, предсказанные значения отобразим на рисунке 3.

Полученные предсказанные значения (выделены на рисунке 3 синим цветом) указывают на дальнейший рост цен аренды жилья.

Аналогичным образом проведем моделирование временных рядов цен аренды двух- и трехкомнатных квартир, результаты прогнозирования показаны в таблице 2.

```

Forecast method: holt-winters' additive method

Model Information:
holt-winters' additive method

Call:
hw(y = time.h1, h = 12, seasonal = "additive")

Smoothing parameters:
alpha = 0.7347
beta = 0.001
gamma = 0.0016

Initial states:
l = 36797.369
b = 336.3033
s = -202.5986 259.4826 148.9447 2029.158 -1546.288 -1189.471
-1027.111 101.9053 893.1256 1066.59 6.1065 -539.844

sigma: 2172.27

AIC      AICC      BIC
937.9740 958.3740 969.7844

Error measures:
           ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 50.29553 1773.651 1370.502 -0.0451158 3.218575 0.3127317 0.03942234

```

Рис. 2. Результаты построения модели Хольта-Винтера для временного ряда цен аренды жилья в Москве (Источник: авторские расчеты на основе данных базы недвижимости Restate [9]. Примечание: представлены результаты вычислений в языковой среде R).

Таблица 2. Фактические и предсказанные значения временных рядов аренды жилья в Москве, руб. в месяц.

Период	Однокомнатные квартиры $\alpha = 0,735; \beta = 0,001;$ $\gamma = 0,0016;$ MAPE = 3,219; AIC = 937,974		Двухкомнатные квартиры $\alpha = 0,857; \beta = 0,0001;$ $\gamma = 0,143;$ MAPE = 6,211; AIC = 1047,818		Трехкомнатные квартиры $\alpha = 0,871; \beta = 0,0001;$ $\gamma = 0,129;$ MAPE = 8,595; AIC = 1130,161	
	факт	прогноз	факт	прогноз	факт	прогноз
янв.24	55605,1	54422,7	98917,5	96079,7	173995,9	167744,5
фев.24	57205,1	55298,8	102421,8	96429,2	179062,9	172005,8
мар.24	57085,6	56692,3	101943,7	101840,7	178851,7	185033,2
апр.24	55332,8	56863,1	96481,8	104764,8	175716,3	189187
май.24	55649,1	56418,7	97878,3	104694,6	173803,7	185811,4
июн.24	56143,9	55626,3	96722,1	97926,2	174463,1	170963
июл.24	59291,3	55795	103932,1	100169,7	185800,7	177603,4
авг.24	67548,2	55781,4	117747,1	100104,3	201297,2	172806,2
сен.24	73231,4	59693	126614,6	103275,1	207769,9	175629,9
окт.24	73347	58160,4	125739,2	103514,8	206457,2	177073,9
ноя.24	70584	58604,9	117606,8	104355,3	198803,9	179446,6
дек.24	68961,2	58480,5	113954,9	102523,7	193181,5	175765,3

Примечание: рассчитано в среде программирования R.

С целью оценки качества предсказаний, обратимся к расчету коэффициента (индекса) несоответствия Тейла:

$$I_T = \sqrt{\frac{\sum (y_t - y'_t)^2}{\sum y_t^2 + \sum y'_t^2}}$$



Рис. 3. Сглаженные и предсказанные уровни временного ряда цена аренду однокомнатных квартир в Москве, руб. в месяц (Примечание: диаграмма построена с использованием библиотеки ggplot2).

Представленный коэффициент показывает относительный уровень расхождения между фактическими (y_t) и сглаженные (y'_t) уровнями временного ряда. Считается что чем ближе значение индекса к нулю, тем ближе сравниваемые ряды.

По приведенным в таблице 2 данным, был рассчитан индекс Тейла, значения которого равны: факт и прогноз цены аренды однокомнатных квартир – 0,098; двухкомнатных – 0,083, трехкомнатных – 0,070. Так как приведенные значения близки к нулю, можем сделать вывод об удовлетворительные подгонки модели к фактическим уровням.

Заключение

Проведенный статистический анализ взаимосвязей и динамики ключевого индикатора (цена аренды) рынка арендного жилья, а также динамики цен, позволяет сформулировать ряд выводов.

Во-первых, уровни временных рядов цен аренды одно-, двух- и трехкомнатных квартир в Москве испытывают значительное влияние шоковых воз-

действий, таких как ковид-кризис, санкционный кризис, изменение ключевой ставки ЦБ.

Во-вторых, уровни временных рядов цен аренды жилья в Москве проявляют тенденцию к росту на интервале 2020–2023 гг. При этом прослеживается ситуационная составляющая ряда. Для моделирования подобных временных рядов со сложной структурой использовался один из адаптивных методов краткосрочного прогнозирования, а именно метод экспоненциального сглаживания.

В-третьих, построенные модели динамики цен аренды жилья в Москве прошли эконометрические тесты на устойчивость и адекватность фактическим уровням, поэтому было принято решение построение прогноза на 12 месяцев 2024 года. В итоге, предсказанные значения указывают на рост цен, что согласуется с текущей высокой ставкой рефинансирования, а значит наличием недоступных большинству граждан ипотечных кредитов.

Библиографический список

1. Атчаде М. Н. Адаптивные методы прогнозирования: реализация в Excel и программе R : учебное пособие. – СПб. : СПбГЭУ, 2018. – 101 с.
2. Багуля В. С. Анализ рынка посуточной аренды жилья в Санкт-Петербурге // Вестник образования и развития науки Российской академии
3. Брянцева И. В., Воронина Н. В. Перспективы развития доступного арендного жилья в Дальневосточном федеральном округе // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2023. – 2(69). – С. 117–124.

естественных наук. – 2019. – № 4. – С. 28–32. – DOI: [10.26163/RAEN.2019.53.70.007](https://doi.org/10.26163/RAEN.2019.53.70.007).

4. Временные ряды в R / Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/780458> (дата обр. 14.12.2024).
5. Глущенко М. Е. Статистический анализ рынка услуг по продаже и аренде жилой недвижимости // Экономика и предпринимательство. – 2023. – 9(158). – С. 522–529. – DOI: [10.34925/ЕІР.2023.158.09.096](https://doi.org/10.34925/ЕІР.2023.158.09.096).
6. Дорожкин Д. А. Анализ тенденций рынка недвижимости г. Москвы в условиях реализации Программы реновации // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, S2.
7. Павлович Ц. А. Статистический анализ трансформации экономики России : дис. ... канд. экономических наук : 08.00.12 / Павлович Цыпин Александр. – Оренбург, 2005. – 199 с.
8. Сапунов А. В., Сапунова Т. А. Анализ цен рынка жилой недвижимости города Краснодара // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2023. – 2(68). – С. 157–162.
9. Цена аренды квартир в Москве [Электронный ресурс] / База недвижимости России Restate. – URL: <https://msk.restate.ru/graph/ceny-arendy-study/#form10>– (дата обр. 14.12.2024).
10. Цыпин А. П., Леднева О. В. Статистический анализ закономерностей рынка арендного жилья г. Казань // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12, № 6. – С. 2–1.