

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 519.862.6(045)

© Осадчий Н. К., Сызonenко И. С., 2020

Оценка перспективного состояния рынка недвижимости города Москвы на основе количественных методов исследования



Никита Кириллович Осадчий, студент факультета учета и аудита, Финансовый университет, Москва, Россия
Nikita K. Osadchy, student, Faculty of Accounting and Audit Financial University, Moscow, Russia
osadchynikita@gmail.com



Ирина Сергеевна Сызonenко, студентка факультета учета и аудита, Финансовый университет, Москва, Россия
Irina S. Syzonenko, student, Faculty of Accounting and Audit Financial University, Moscow, Russia
ira.syzonenko@mail.ru

Аннотация. В данной работе описаны характеристики рынка недвижимости в городе Москве. Приведены результаты анализа цен на рынке жилой недвижимости и проанализированы объемы предложения жилья по районам города, рассмотрена структура спроса жилой недвижимости в городе Москве. Представлена динамика цен на жилье в зависимости от района города, проведен сравнительный анализ цен вторичного рынка жилья и новостроек. Рассмотрены негативные и позитивные факторы, определяющие цены на рынке жилья. В первую очередь было охарактеризовано социально-экономическое положение города. Для глубокого исследования в работе построены две модели в зависимости от внешних, макроэкономических и внутренних факторов. В результате работы определены рыночные тренды в разрезе различных типов жилья, а также выявлено влияние политических, макроэкономических и геопространственных факторов на цену жилой недвижимости.

Ключевые слова: рынок жилой недвижимости; анализ цен на жилье; корреляция; мультиколлинеарность; метод наименьших квадратов; качественные факторы; количественные факторы; эконометрическое моделирование

Для цитирования: Осадчий Н. К., Сызonenко И. С. Оценка перспективного состояния рынка недвижимости города Москвы на основе количественных методов исследования. *Научные записки молодых исследователей*. 2020;8(1):5-20.

Научный руководитель: **Яценко Н.А.**, доцент Департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий, Финансовый университет, Москва, Россия / Scientific supervisor: **Yashchenko N.A.**, Associate Professor, Department of Data Analysis, Decision-making and Financial Technologies, Financial University, Moscow, Russia.

Assessment of the Future State of the Moscow Real Estate Market Based on Quantitative Research Methods

Abstract. *This paper describes the characteristics of the real estate market in Moscow. We present the results of the analysis of prices in the residential real estate market and analyse the volume of housing supply in the districts of the city. Next, we consider the structure of demand for residential real estate in the city of Moscow and the dynamics of housing prices depending on the district of the city. We performed a comparative analysis of the prices of the secondary housing market and new buildings and considered the negative and positive factors determining the prices in the housing market. First of all, we discussed the socio-economic situation in the city. For in-depth research, we built two models depending on external, macroeconomic and internal factors. As a result of the work, we determined market trends in the context of different types of housing and revealed the influence of political, macroeconomic and geospatial factors on the price of residential real estate.*

Keywords: *residential real estate market; analysis of housing prices; correlation; multicollinearity; least squares method; qualitative factors; quantitative factors; econometric modelling*

For citation: Osadchy N.K., Syzonenko I.S. Assessment of the future state of the Moscow real estate market based on quantitative research methods. *Научные записки молодых исследователей = Scientific notes of young researchers.* 2020;8(1):5-20.

Рынок недвижимости является существенной составляющей любой национальной экономики, ибо недвижимость – важнейшая часть национального богатства, на долю которой приходится более 50% мирового богатства [1, с. 24]. Именно рынок недвижимости обеспечивает создание материально-вещественной основы для функционирования коммерческих и некоммерческих структур, рынков труда, капиталов, товаров и услуг. Важное значение отечественного рынка недвижимости как сектора экономики подтверждается его высокой долей в валовом национальном продукте, высоким уровнем доходов, поступающих в бюджет от первичной продажи, сдачи в аренду государственной и муниципальной недвижимости, поступлением в бюджет налогов на недвижимое имущество и сборов, уплачиваемых при выполнении сделок с данным видом активов. Актуальность тематики данной работы не вызывает сомнения, так как анализ состояния рынка недвижимости является своеобразным индикатором состояния экономики страны: если на рынке недвижимости ситуация ухудшается, то в скором времени последует ухудшение ситуации в национальной эконо-

мике, и наоборот. Следовательно, анализ рынка недвижимости позволит спрогнозировать изменение общенациональной экономической конъюнктуры.

Основной целью данного исследования является создание модели, при использовании продвинутых инструментов анализа, для оценки перспективного состояния рынка недвижимости Москвы на основе количественных методов, а также рассмотрение возможности ее практического применения.

Для достижения данной цели предусмотрено выполнение следующих задач:

- 1) краткий обзор рынка жилой недвижимости и социально-экономического положения города;
- 2) сбор статистики по макроэкономическим показателям рынка недвижимости Москвы;
- 3) сбор информации об экономических и политических факторах, а также о событиях, влияющих на рынок жилой недвижимости в России;
- 4) использование основных методов эконометрического анализа на основе собранной статистики, прогноз и интерпретация полученных результатов;
- 5) проверка и сравнение результатов посредством использования прикладного программного

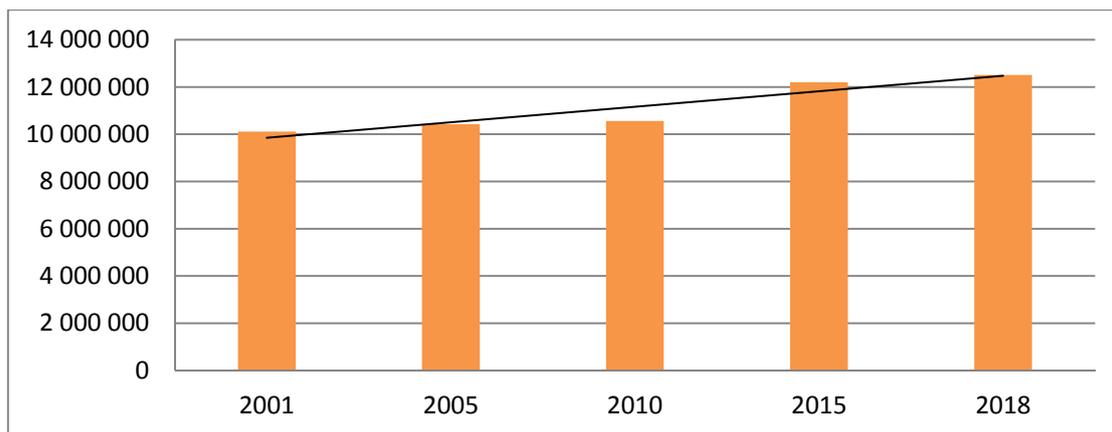


Рис. 1. Численность населения Москвы

Источник: составлено авторами по данным Мосгорстата.

пакета для эконометрического моделирования “Gretl”.

Объектом исследования в рамках данной работы является жилая недвижимость города Москвы, а в детальном рассмотрении — недвижимость района Хорошево-Мневники. Предмет исследования — динамика цены на недвижимость в зависимости от макроэкономических и рыночных (внутренних) факторов.

В качестве теоретической и методологической основы работы выбран широкий список источников и трудов отечественных ученых, а также различные информационно-статистические системы и нормативно-правовые акты. Для поиска информации по макроэкономическим индикаторам использовались официальные сайты, такие как: информационная база Федеральной службы государственной статистики (Росстат), база Центрального банка РФ и база Росреестра. Информационной основой для анализа цен на недвижимость являются данные об объявлениях по продаже и аренде жилья, размещенных на сайтах irn.ru и cian.ru.

В результате исследования были определены рыночные тренды в разрезе различных типов жилья, а также выявлено влияние политических, макроэкономических и геопространственных факторов на цену жилой недвижимости.

Данная работа представляет значимость для пользователей, как со стороны населения, так и со стороны строительных компаний. Для населения она будет полезна тем, что на основании модели можно будет выбрать лучший момент и соотношение цены-качества для покупки, а для строительных компаний это позволит лучше подстроить характеристики предложения, чтобы увеличить спрос.

Особенности социально-экономического положения города Москвы

В настоящее время Москва выделяется своим особенным и привилегированным положением: столица, центр агломерации, глобальный город, крупнейший в стране финансовый центр. Москва задает направления развития не только своей агломерации, но и влияет на развитие региональных центров, замыкает на себя многие потоки, в том числе финансовые, и оттягивает на себя многие ресурсы. Таким образом, рынок недвижимости как ключевая составляющая любой экономики играет здесь одну из главных ролей. Численность населения Москвы неуклонно растет. В 2017 г. население столицы составило 12,5 млн человек¹. Соответственно спрос на недвижимость также растет (рис. 1).

В 2017 г. в Москве введено в эксплуатацию 3,42 млн кв. м жилья. Результат на 2,4% превышает показатели 2016 г., когда было сдано в эксплуатацию 3,34 млн кв. м жилья, и оказался на 10% выше прогноза. Ввод жилья в Новой Москве в 2017 г. сократился по сравнению с предыдущим годом на 39%, в сравнении с рекордным 2015 г. — на 44%. В 2017 г. на новых территориях было введено в эксплуатацию 1,4 млн кв. м жилой недвижимости. В структуре предложения по классам жилья по итогам 2017 г. (рис. 2) максимальная доля предложения принадлежит комфорт-классу (в том числе стандартное жилье) —

¹ Демографическая статистика Мосгорстата — 2019. URL: http://moscow.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/moscow/ru/statistics/ (дата обращения: 05.04.2019).

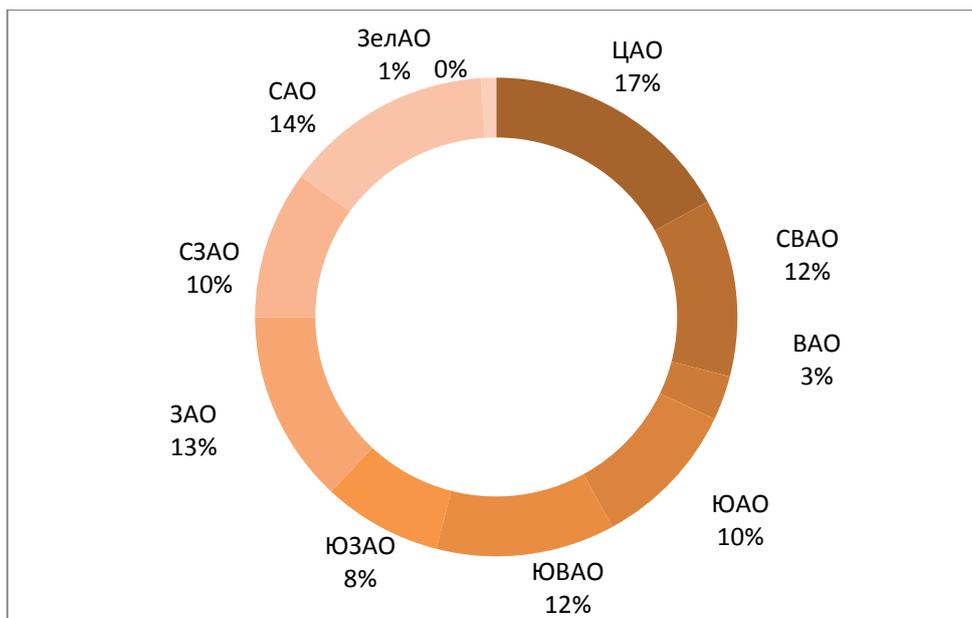


Рис. 2. Структура предложения по географическому признаку, %

Источник: составлено авторами на основе данных по недвижимости информационного портала irn.ru.

83%, доля бизнес-класса — 7%, минимальная доля у жилья премиум- и элит-класса — 6 и 5% соответственно².

В разрезе административных округов Москвы жилое строительство наиболее активно велось в ЦАО с долей в 17%, в первую очередь за счет апартаментов на территории ММДЦ «Москва-Сити». Крупные проекты строительства будут инициированы администрацией в основном вокруг транспортных артерий города, а также вокруг территорий, прилегающих к Москве-реке, земель вокруг Московской кольцевой автодороги, Третьего пересадочного контура метро и Малого кольца железной дороги. Заявлено, что до 90% всей застройки присоединенных к столице территорий будет квартальной.

Структура спроса и предложения на жилую недвижимость

Инвестиционная привлекательность рынка жилой недвижимости города оценивается как высокая [2, с. 304]. Продолжается активное освоение территорий Новой Москвы. По данным департамента развития новых территорий Москвы, с момента присоединения новых территорий к столице (с июля 2012 г.) здесь введено более 8 млн кв. метров жи-

ля³. Перспективы рынка новостроек в Новой Москве связаны с развитием транспортной системы и реконструкцией основных магистралей.

С учетом программы реновации пятиэтажек, анонсированной в конце февраля 2017 г., предложение жилья будет расти в средне- и долгосрочной перспективах. В течение 15–17 лет планируется построить около 20–30 млн кв. м недвижимости⁴, причем примерно половина из этого объема выйдет на первичный рынок, а остальная часть будет распределена между собственниками сносимого ветхого жилья. Состояние рынка жилищного кредитования в значительной степени определяет ситуацию на рынке жилой недвижимости [3, с. 94]. Снижение ключевой процентной ставки ЦБ, как и ожидалось, стало оказывать позитивное влияние на рост ипотечного кредитования [3, с. 96]. Это обусловлено в первую очередь тем, что крупные банки, сначала Сбербанк, а следом и ВТБ, быстро среагировали на изменения ключевой ставки и уменьшили проценты по ипотечному кредитованию.

В структуре спроса по количеству комнат (рис. 3) незначительно преобладают двухкомнатные квар-

² Маркетинговое исследование рынка жилой недвижимости (Москва) — 2018. URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/avito/report-avito-moscow-2805.pdf> (дата обращения: 06.04.2019).

³ Департамент развития новых территорий города Москвы — 2017. URL: <https://www.mos.ru/drnt/documents/arhivnovostej/view/37581220/> (дата обращения: 07.04.2019).

⁴ Почти 30 млн кв. м. недвижимости планируется построить за 20 лет на берегах Москвы-реки — 2017. URL: <https://realty.ria.ru/20160212/406956424.html> (дата обращения: 07.04.2019).

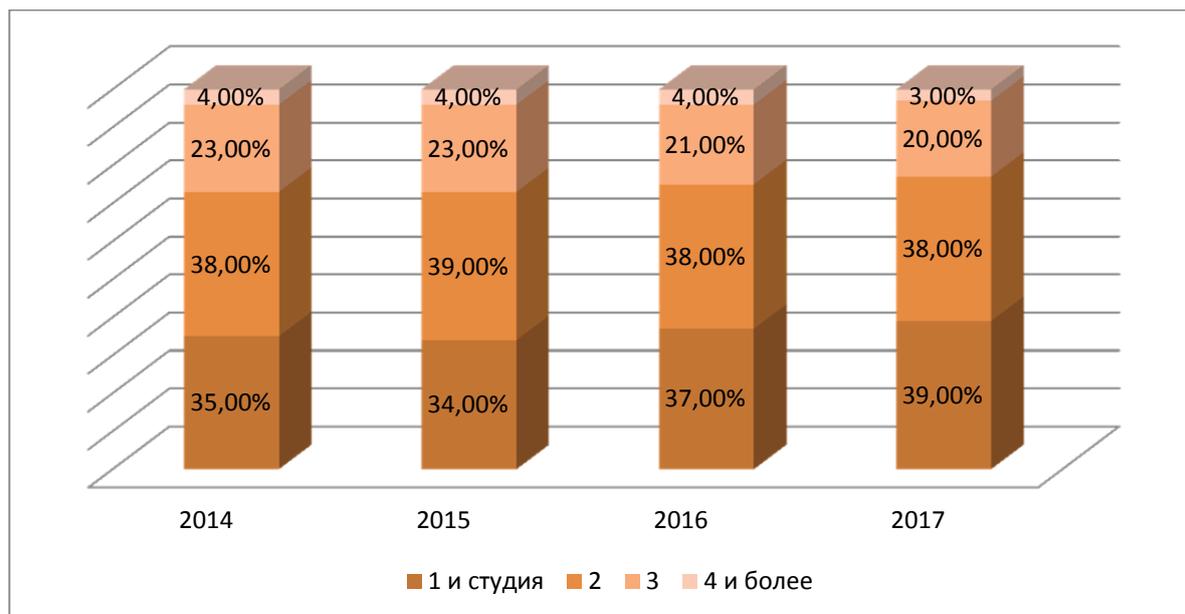


Рис. 3. Структура спроса по количеству комнат, %

Источник: составлено авторами на основе данных по недвижимости информационного портала irn.ru.

тиры (около 38%), чуть меньше 39% запросов приходится на однокомнатные квартиры. Доля трехкомнатных квартир составляет около 20%. Наименьшим спросом пользуются многокомнатные квартиры – всего порядка 3% от количества запросов.

В структуре предложения по количеству комнат (рис. 4) около 37% приходится на двухкомнатные квартиры. Доля однокомнатных квартир составляет 35%, с 2014 г. она увеличилась на 6 процентных пунктов (п.п.). Доля трехкомнатных квартир составляет около 23%. Наименьшая доля в предложении характеризует многокомнатные квартиры – всего порядка 5%. Таким образом, на основе ретроспективного анализа можно сделать вывод о том, что спрос и предложение на первый взгляд сбалансированы.

Факторы, влияющие на рынок жилой недвижимости

За последние несколько лет экономика России была подвержена значительным ударам. Коренные изменения затронули все сферы жизнедеятельности населения страны. Значительные изменения претерпел и рынок недвижимости. В целом все события можно выстроить и описать в виде хронологии:

1. В первом квартале 2014 г. были введены санкции. Они осложнили отношения с западным миром и спровоцировали первую волну ажиотажа на рынке недвижимости. В равной мере повыси-

лась активность как инвестиционных покупателей, так и людей, поспешивших побыстрее купить квартиру для собственных нужд.

2. 16 декабря 2014 г. произошло обвальное падение рубля по отношению к доллару США и евро. Этот и предыдущий день относят к проявлениям нового финансового-экономического и валютного кризиса в России. Данное событие спровоцировало вторую волну ажиотажа на рынке недвижимости, когда население старалось спасти денежные средства от девальвации.

3. В начале 2015 г. было подписано постановление о субсидировании ставки по ипотечным кредитам. Государство компенсирует разницу между ставкой банка, которая не должна быть выше, чем ключевая плюс 3,5 п.п., и ставкой для конечного заемщика, которая не должна превышать 12%. Программа действует для кредитов, выданных с 1 марта 2015 до 1 марта 2016 г.⁵ Данная мера была принята с расчетом на то, что дешевая ипотека и субсидирование могут раскачать спрос пропорционально объему растущего предложения.

4. В конце 2016 и в начале 2017 гг. произошло несколько знаменательных событий для рынка недвижимости. С одной стороны, открылось Московское центральное кольцо – маршрут электропо-

⁵ Выдача 20 млрд на ипотеку: банки начинают раздачу льготных кредитов – 2015. URL: <https://www.rbc.ru/finances/17/03/2015/5508110d9a79475f78a0442b> (дата обращения: 09.04.2019).

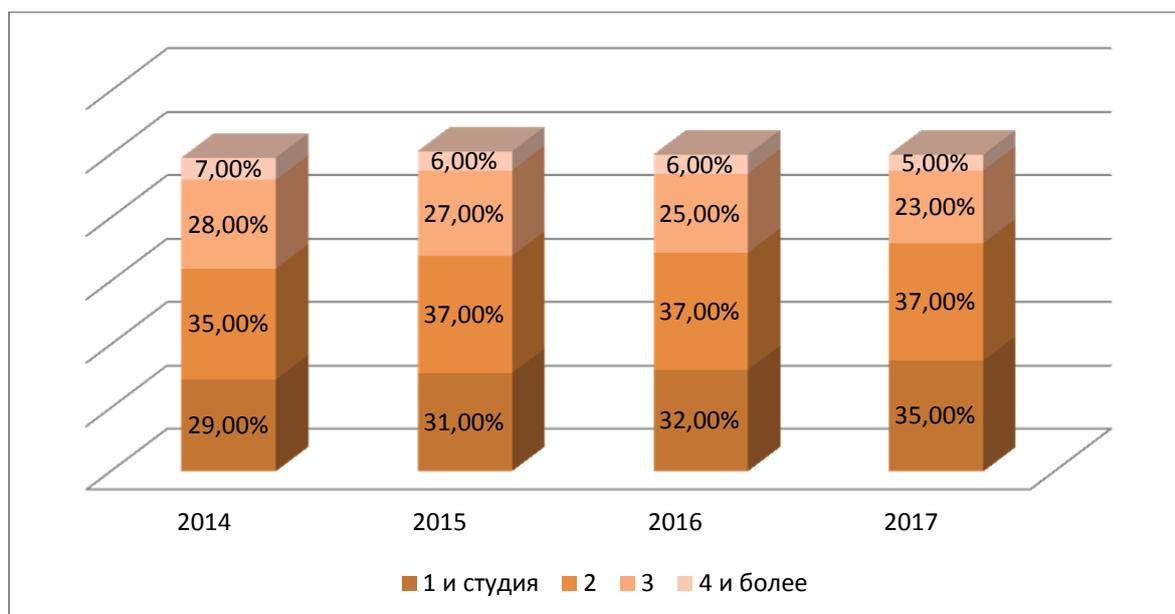


Рис. 4. Структура предложения по количеству комнат, %

Источник: составлено авторами на основе данных по недвижимости информационного портала irn.ru.

ездов, запущенный по Малому кольцу Московской железной дороги и полностью интегрированный с метро. С другой – была запущена программа правительства Москвы по расселению и сносу ветхого малоэтажного жилого фонда, построенного в 1957–1968 гг. Застройщикам массового жилья стало сложнее конкурировать после ввода свободных площадей, возведенных в рамках программы реновации.

Первичный анализ социально-экономического положения показывает большие перспективы для рынка жилой недвижимости Москвы. Данный вывод подтверждает анализ структуры спроса, предложения и анализ макроэкономических и геопространственных факторов недвижимости города [4, с. 82–84].

Рассмотрим влияние данных факторов на процесс ценообразования на рынке недвижимости.

Модель зависимости цен на жилье от внешнеэкономических факторов

На сегодняшний день рынок недвижимости не только Москвы, но и России в целом, очень чувствителен к различным экономическим и политическим изменениям, происходящим в государстве, а также и в целом к ситуации в России. Более точный прогноз развития рынка недвижимости (или его спада) может быть проведен, только лишь учитывая все (внутренние, внешние, количественные, качественные) факторы, воздействующие на него. Необходимо подчеркнуть тот факт, что лишь

некоторые аспекты/факторы можно отнести к однозначно позитивным или негативным. Это связано с тем, что все факторы взаимосвязаны друг с другом и в зависимости от различных нюансов могут оказывать на рынок и положительное, и отрицательное воздействие.

Если рассматривать экономические факторы, влияющие на рынок недвижимости в России в целом, можно выделить следующие: уровень доходов и занятости населения, платежеспособность, развитие в населенных пунктах социальной инфраструктуры, ставки процента и арендной платы и т.д.

По мнению многих экспертов, ключевыми факторами, оказывающих влияние на московский рынок недвижимости (на стоимость недвижимости), являются цены на нефть, уровень роста ВВП и ставки инфляции. При этом себестоимость строительства прямого влияния на уровень цен на московском рынке не оказывает.

Проведем анализ внешних факторов, влияющих на стоимость недвижимости в Москве. Для этого построим эконометрическую модель «Влияние внешних факторов (экзогенные переменные) на стоимость недвижимости в Москве (эндогенная)». Для начала построим спецификацию модели.

В данной работе при проведении макроанализа рынка недвижимости в РФ и Москве были отобраны наиболее важные факторы, оказывающих воздействие на колебания средней цены за недвижимость [5, с. 248–254].

Таблица 1

Применение МНК

	β_5	β_4	β_3	β_2	β_1	β_0	
	1533,718	269,462	-258,08	0,193	2164,31	43 827,62	
	229,027	127,270	2503,47	0,112	1495,907	34 162,81	
R^2	0,672	13 613,954	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	Станд. ошибка
$F_{\text{стат}}$	41,415	101	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	Степень свободы
RSS	38 379 608 383	18 719 315 961	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	ESS

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 2

Критерий Стьюдента

t_5	t_4	t_3	t_2	t_1	t_0	$t_{\text{кр}}(0,05)$
6,696	2,117	-0,103	1,723	1,446	1,283	1,983

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Прогнозирование стоимости жилой недвижимости в Москве в зависимости от различных факторов может быть записано следующим образом:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + e, \quad (1)$$

где Y – стоимость за кв.м, руб.;

X_1 – средневзвешенные процентные ставки по выданным с начала года ипотечным кредитам, %;

X_2 – среднедушевые доходы населения, руб./мес.;

X_3 – инфляция, за период от первого до последнего числа месяца, %;

X_4 – цена нефти Brent, долл. США за баррель;

X_5 – курс доллара, долл. США.

Спецификация представляет собой уравнение линейной множественной регрессии [6, с. 88].

Для оценки параметров линейной модели можно воспользоваться методом наименьших квадратов (МНК). Расчеты проводим в Excel (применяя функцию ЛИНЕЙН) с использованием статистических данных по указанным переменным (табл. 1).

В нашей модели количество наблюдений 108, количество факторов 5.

Оцененный вид множественной регрессии:

$$Y = 43827,62 + 2164,312X_1 + 0,19X_2 - 258,08X_3 + 269,462X_4 + 1533,719X_5 + et.$$

Воспользуемся критерием Стьюдента для определения значимости регрессоров. Вычисляем $t_{\text{набл}}$ и $t_{\text{кр}} = \text{СТЮДЕНТ.ОБР}(0,05; n - k)$ (табл. 2), если $t_{\text{набл}} > t_{\text{кр}}$, то регрессор значим.

Вывод: два регрессора, которые включены в данную спецификацию модели статистически значимо влияют на эндогенную переменную ($|t| > t_{\text{кр}}$), однако три остальных незначимы, следовательно, можно говорить о наличии мультиколлинеарности в модели.

Проведем тест Харке-Бера (Jarque-Beratest) на нормальность случайных возмущений в регрессионной модели (табл. 3).

Статистика теста основана на сравнении центральных нормированных моментов третьего (коэффициент асимметрии, Skewness) $S = \frac{\mu_3}{\sigma^3}$

и четвертого (коэффициент островершинности, Kurtosis) $S = \frac{\mu_4}{\sigma^4}$ порядков случайных возмущений

исследуемой модели с соответствующими характеристиками нормального распределения, для которого, как известно, $S = 0$, $K = 3$, и

$$JB = (n - k) \left(\frac{\widehat{S}^2}{6} + \frac{(\widehat{K} - 3)^2}{24} \right).$$

Поскольку $JB < \chi^2$, то нулевая гипотеза о нормальном распределении возмущений регресси-

онной модели принимается при 5%-ном уровне значимости.

Проведем анализ коэффициента детерминации $R^2 = 0,672 > R^2_{adj} = 0,662$.

Для этого воспользуемся результатами F -теста:

1. Получаем $F_{стат}$ из ЛИНЕЙН.
2. Определяем $F_{кр} = F.ОБР.ПХ(0,05; k - 1; n - k)$.
3. Если $F_{стат} > F_{кр}$, то регрессия в целом статистически значима.

Поскольку $F_{стат} = 41,41 > F_{кр} = 2,193$, то регрессия в целом статистически значима, и значимым является коэффициент детерминации, который показывает, что регрессия среднего качества, регрессоры на 68% влияют на значение эндогенной переменной.

Проверим адекватность модели через интервальный прогноз. Для построения интервальных оценок применяется стандартная процедура: составляется точечный прогноз исследуемой переменной, вычисляется его ошибка; с учетом нормы ошибки для рассматриваемой модели (дистрибутива) точечный прогноз трансформируется в интервальную оценку (табл. 4, 5). Проводим верификацию модели для контролирующей выборки, состоящей из данных по трем наблюдениям.

В итоге мы получили, что данная модель адекватна с 95%-ной вероятностью.

МНК-оценки параметров модели линейной множественной регрессии являются оптимальными, т.е. несмещенными и эффективными, при условии выполнения предпосылок Гаусса-Маркова.

Гетероскедастичность приводит к смещению оценок автоковариационных матриц всех случайных векторов эконометрической модели, в частности автоковариационных матриц оценок параметров и ошибок прогнозов эндогенной переменной, диагональные элементы которых используются для проверки статистической значимости регрессоров, построения интервальных оценок параметров, проверки адекватности модели. Возникает необходимость проведения тестирования выполнения данной предпосылки, а если она не выполняется, то следует корректировать модель. Для проверки гомоскедастичности был проведен тест Бреуша-Пагана (табл. 6).

Таким образом, тест показал, что случайный остаток гетероскедастичен.

Далее проверим модель на автокорреляцию. Причинами автокорреляции являются ошибки спецификации модели (пропуск важной объясняющей

Таблица 3

Тест Харке-Бера

Оценка S	Оценка K
-0,635	2,507
JB	5,685
$\chi^2_{кр}$	95,081

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 4

Пример расчета S(Y 01)

$X_p * Q * X_{трансп}$	0,503
+ 1	1,503
$\sqrt{\quad}$	1,226
S_y	16 692,045

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

переменной, использование ошибочной функциональной зависимости между переменными); ошибки измерений; характер наблюдений (например, данные временных рядов).

Был проведен тест Бреуша-Годфри. Тест является асимптотическим, т.е. для достоверности выводов требуется большой объем выборки. В тесте рассматривается авторегрессия остатков на их лаговые значения. Взяли исходные e, X , а затем сместили e на $-1, -2, -3$. Далее берем ЛИНЕЙН по $Y = e, X = [X, e \text{ накопленным итогом}]$ – итого 3 ЛИНЕЙН.

Получаем, что тест Бреуша-Годфри находится по формуле $BG = R^{2n}$, а также $\chi^2 = \chi^2.ОБР.ПХ(0,05; \text{степень автокорреляции } [1/2/3...])$. В конечном итоге сравниваем: $BG > \chi^2$.

Проведенные вычисления показали следующие результаты (табл. 7).

Таким образом, мы видим, что в нашей модели присутствует автокорреляция.

Полученные результаты показали, что модель настроена по параметрам не оптимально, возможно, это связано с незначимыми регрессорами. Поэтому проверим модель на наличие мультиколлинеарности.

Для начала с помощью анализа матрицы коэффициентов парной корреляции проверим наличие мультиколлинеарности (табл. 8).

Таблица 5

Интервальная оценка параметров регрессионной модели

Y 01	201 620				
Y 02	201 404				
Y 03	203 093				
Y 01 оцен	203 896,325		S(Y 01)	16 692,045	
Y 02 оцен	201 373,185		S(Y 02)	17 395,996	
Y 03 оцен	200 706,574		S(Y 03)	17 898,515	
Границы интервала:					
Y 01min	187 204,279				
Y 01max	220 588,370		Y 01	€	(Y 01min; Y 01max)
Y 02min	183 977,188		Y 02	€	(Y 02min; Y 02max)
Y 02max	218 769,182		Y 03	€	(Y 03min; Y 03max)
Y 03min	182 808,058		Значит, модель адекватна с 95%-ной вероятностью		
Y 03max	218 605,090				

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Анализ матрицы коэффициентов корреляции показал наличие тесной связи между факторами (X_4 и X_5). Согласно t -критерию Стьюдента (см. табл. 2) регрессоры X_1 , X_2 , X_3 незначимы, следовательно, не должны включаться в модель.

Проведем пошаговую процедуру отбора наиболее информативных факторов для спецификации модели методом исключения (табл. 9). В конечном итоге получили следующую спецификацию модели:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \times X_{4t} + \beta_2 \times X_{5t} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Как видно из модели, стоимость жилой недвижимости больше всего зависит от курса доллара и цены нефти марки Brent. Российская экономика имеет свои особенности, которые оказывают серьезное воздействие на рынок продажи квартир, а именно:

1. Зависимость экономики от сырьевого рынка.

Дисбаланс экономики, когда 1% населения занят в отраслях, приносящих 25% ВВП, приводит к тому, что даже незначительные колебания цен на энергоносители существенно влияют на экономическую ситуацию. Падение цен на нефть в конце 2014 г. неизбежно вызвало на рынке недвижимости негативные явления.

Таблица 6

Результаты теста Бреуша-Пагана

s^2	174 946 878,14	
e^2 / s^2	107	
RSS	48,08	
$\chi^2_{кр}$	11,07	
BP (RSS/2)	24,040	< χ^2
BP ($n \cdot R^2$)	27,712	< χ^2

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

2. Двухвалютность. Цены на квартиры могут рассчитываться в рублях, долларах или евро. В результате их общий уровень зависит от курсовых колебаний. Например, в настоящее время цены повышаются в рублях, компенсируя девальвацию национальной валюты, и одновременно понижаются в долларах вследствие снижения спроса.

Оценим по параметрам модель с двумя регрессорами (табл. 10).

Оцененный вид множественной регрессии:

$$Y = 88 402,999 + 205,855X_1 + 1486,89X_2 + et. \quad (3)$$

Таблица 7

Тест Бреуша-Годфри

BG	79,445
$\chi^2 (p = 1)$	3,841
$BG > \chi^2$	Автокорреляция первого порядка присутствует
BG	81,145
$\chi^2 (p = 2)$	5,991
$BG > \chi^2$	Автокорреляция второго порядка присутствует
BG	81,148
$\chi^2 (p = 3)$	7,814
$BG < \chi^2$	Автокорреляция третьего порядка присутствует

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 8

Корреляционная матрица (Анализ данных в Excel, функция «Корреляция»)

	Y	x1	x2	x3	x4	x5
Y	1					
x1	-0,210	1				
x2	0,496	-0,368	1			
x3	-0,035	0,268	-0,077	1		
x4	-0,651	-0,057	-0,329	-0,066	1	
x5	0,806	-0,243	0,493	-0,028	-0,876	1

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 9

Выделение значимых факторов модели

t_1	>	$t_{кр}$
2,02	>	1,982
t_2	>	$t_{кр}$
8,6	>	1,982

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Случайные остатки модели (3) имеют нормальное распределение (табл. 11).

Рассматриваемая регрессия среднего качества, регрессоры на 66% влияют на значение эндогенной переменной, так как $R^2 = 0,658 > R^2_{adj} = 0,657$. Поскольку $F_{стат} = 99,88 > F_{кр} = 3,085$, значит регрессия в целом статистически значима.

При сравнении спецификаций модели (1) и (2) по информационным критериям Акайке, Шварца и Хеннана-Куинна лучшей является спецификация (2). Следовательно, данную модель можно использовать. Тест Бреуша-Пагана показал гетероскедастичность случайных остатков в модели (3).

Для устранения гетероскедастичности проведем доступный взвешенный МНК (ДВМНК) относительно модифицированной модели $Y^*(X_1^*, X_2^*, X_3^*)$ значение переменных для которой получены путем

деления уравнения (2) на X, который подозревается во влиянии на гетероскедастичность остатка.

В табл. 12 представлена часть выборки с применением ДВМНК.

Для модели (2) с ДВМНК-оценками параметров проводим заново тест Бреуша-Пагана (табл. 13).

Полученная модель содержит гомоскедастичные случайные остатки.

Таблица 10

Применение МНК для модели с двумя регрессорами

	β_2	β_1	β_0	
	1486,896	205,855	88 402,999	
	175,084	103,225	15 912,340	
R^2	0,657	13 710,257	#N/A	Станд. ошибка
$F_{\text{стат}}$	99,882	104	#N/A	Степень свободы
RSS	37549922538	19549001806	#N/A	ESS

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Для устранения автокорреляции рассмотрим применение процедуры Кохрейна-Оркатта на примере нашей модели (табл. 14).

Оцененный вид модели: $Y = -31,43 + 170756X_{1t} + 398,57X_{2t} + \varepsilon_t$;

$Y-t = \alpha^{\wedge} + \beta^{\wedge} X_{1T} + \beta^{\wedge} X_{2T}$, тогда вычисляем эндогенную переменную:

$$Y \cong -151,324 + 170756 X_{1T} + 398,57 X_{2T} + \varepsilon_t,$$

$$Y = -151,324 + 170756 * X_{1T} + 398,57 * X_{2T} + 0,792 * \varepsilon_{t-1}.$$

Аналогичные процедуры проводим для $Y-t = \alpha^{\wedge} + \beta^{\wedge} X_{1T} + \beta^{\wedge} X_{2T}$ (табл. 15, 16).

$$Y \cong 3134,574 + 103563 * X_{1T} + 1305,428 * X_{2T} + \varepsilon_t;$$

$$Y^{\wedge} = 3134,574 + 103563 * X_{1T} + 1305,428 * X_{2T} + 0,925 * \varepsilon_{t-1}$$

$$Y \cong 3134,574 + 103563 * X_{1T} + 1305,428 * X_{2T} + \varepsilon_t$$

$$Y^{\wedge} = 3134,574 + 103651 * X_{1T} + 1304,438 * X_{2T} + 0,925 * \varepsilon_{t-1}.$$

В итоге получили значение статистики DW = 1,845.

В таблице нашли для нее критические значения границ $d_e = 1,63$, $d_l = 1,72$.

Таким образом, автокорреляция была устранена с помощью процедуры Кохрейна-Оркатта. Следовательно, основными внешними факторами, оказывающими воздействие на стоимость жилой недвижимости в Москве, являются курс доллара и цена нефти Brent.

На рост стоимости жилой недвижимости повлияли несколько факторов. Первый – это покупатели-инвесторы, а второй – это те покупатели, которые хранили сбережения в валюте [7, с. 201]. В прошлом году произошел существенный скачок курса доллара, что увеличило платежеспособность тех, кто держал средства в валюте. Этот фактор

Таблица 11

Тест Харке-Бера

Оценка S	Оценка K
-0,579	2,564
JB	6,063
$\chi^2_{\text{кр}}$	126,574

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

привел к бегству долларовых вкладчиков из госбанков – несколько миллиардов долларов были сняты с депозитов и пошли, в том числе, на приобретение недвижимости.

Как уже было сказано выше, экономика страны также очень тесно связана с нефтью – благосостояние граждан базируется на стоимости сырья, поэтому с такой величиной и увязывают платежеспособность населения, а значит, и спрос на квартиры. Цены на топливо нельзя увязывать напрямую со стоимостью квадратного метра, в то же время косвенную зависимость можно выявить. На состояние рынка недвижимости повлияют еще и изменения в ФЗ-214 – с 2020 года мы будем уходить от долевого строительства⁶. Все это вместе с ростом цен на топливо увеличит себестоимость объектов – домов, таунхаусов, квартир. Поэтому, несмотря на снижение спроса, застройщики продолжат понемногу увеличивать цены.

Попробуем спрогнозировать стоимость жилой недвижимости на два года, с помощью вспомогательных значений двух регрессоров и функции «ТЕНДЕНЦИЯ» в Excel (табл. 17).

Подведем некоторый итог. Итак, был проведен анализ внешних факторов, влияющих на стои-

⁶ Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов: Федер. закон: от 30.12.2004 № 214-ФЗ: в посл. ред. от 10.04.2019. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51038/.

ДВМНК

Период 2012–2018	Стоимость за кв м.	Цена за бар.	Курс доллара, \$							Ynew
Москва	Y	x4	x5	Y*	X1*	X2*	Y*^	e	e ²	e ² / s ²
01.01.2010	140,659	76	30	1841	0,01	0,40	2004	-162	26 328	1,13
01.02.2010	141,256	74	30	1901	0	0	2061	-160	25 654	1
01.03.2010	141,784	79	30	1789	0	0	1930	-142	20 121	1
01.04.2010	141,879	85	29	1671	0	0	1802	-131	17 284	1
01.05.2010	142,896	76	29	1874	0	0	1990	-116	13 446	1
01.06.2010	143,634	75	31	1919	0	0	2052	-133	17 745	1
01.07.2010	143,124	75	31	1915	0	0	2064	-149	22 110	1
01.08.2010	144,127	77	30	1879	0	0	1996	-117	13 638	1
01.09.2010	144,413	78	31	1856	0	0	1980	-124	15 358	1
01.10.2010	144,125	83	31	1738	0	0	1859	-121	14 558	1
01.11.2010	144,269	86	31	1684	0	0	1806	-122	14 964	1
01.12.2010	144,629	92	31	1575	0	0	1700	-125	15 515	1
01.01.2011	126,847	96	30	1317	0	0	1613	-295	87 191	4
01.02.2011	125,265	104	30	1205	0	0	1494	-289	83 805	4
01.03.2011	125,750	114	29	1099	0	0	1357	-258	66 599	3
01.04.2011	125,963	123	29	1023	0	0	1264	-241	58 196	3
01.05.2011	126,657	114	28	1107	0	0	1341	-235	55 069	2

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

мость жилой недвижимости. Произведены оценка качества спецификации модели, устранение мультиколлинеарности в ней, устранение гетероскедстичности и автокорреляции случайных возмущений в регрессионной модели. Данная модель позволяет проследить тренд и поведение цены от макроэкономических факторов. Все расчеты были проверены через программный пакет для эконометрического моделирования "Gretl".

Исследование значимости внутри рыночных факторов в модели

Объектом дальнейшего исследования в рамках данной модели является жилая недвижимость района Хорошево-Мневники. Рассмотрим основные внутренние факторы, оказывающие воздействие на колебания средней цены за квартиру в этом районе.

Для проведения эконометрического моделирования была построена выборка, содержащая 200 наблюдений. Рассмотрев предложения о продаже

Таблица 13

Новый Тест Бреуша-Пагана

s ²	23 254,92	Оценка дисперсии
e ² / s ²	107,00	Норма ошибки
RSS	0,52	
XI ² _{кр}	5,99	
BP (RSS/2)	0,257	< XI ²
BP (n*R ²)	0.515	< XI ²

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

квартир в районе Хорошево-Мневники, был создан топ-лист факторов, по которым целесообразно проводить оценку цены за 1 кв.м: количество комнат, площадь в кв.м, санузел, тип жилья, парковка. Они разделяются на два типа:

Таблица 14

Метод Кохрейна-Оркатта

et-1	ρ^{\wedge}		
Коэффициент	0,792	0	
СКО	0,059	#N/A	
R^2	0,633	92,99	Оценка СКО для e
$F_{\text{стат}}$	180,143	104	\wedge свободы
RSS	1 557 746,053	899 315,227	ESS

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 15

Метод Кохрейна-Оркатта

et-1	ρ^{\wedge}		
Коэффициент	0,852	0	
СКО	0,049	#Н/Д	
R^2	0,738	95,870	Оценка СКО для e
$F_{\text{стат}}$	293,667	104	\wedge свободы
RSS	2 699 171,174	955 889,373	ESS

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 16

МНК-оценки

	β_2^*	β_1^*	α^*	
Коэффициент	1304,438	103 651	225,134	
СКО	150,032	13 931,91	173,659	
R^2	0,985	273,064	#Н/Д	Оценка СКО для e
$F_{\text{стат}}$	3427,289	102	#Н/Д	\wedge свободы
RSS	511 104 674,2	7 605 526	#Н/Д	ESS

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

1) количественные: количество комнат; площадь в кв.м;

2) качественные (фиктивные): тип дома (0 – монолитный, 1 – панельный), наличие балкона (0 – нет; 1 – есть), тип жилья (0 – новостройка, 1 – вторичное жилье).

Прогнозирование стоимости жилой недвижимости в Москве в зависимости от различных факторов может быть записано следующим образом:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + e, \quad (4)$$

где Y – стоимость за квартиру; X_1 – количество комнат; X_2 – площадь (m^2); X_3 – санузел; X_4 – тип жилья; X_5 – парковка.

Для спецификации (4) провели тесты, оценивающие значимость модели (табл. 18).

Оцененный вид множественной регрессии: $Y = -24\,383,23 - 2\,347\,272X_1 + 277\,194,6X_2 - 2\,591\,948X_3 - 2\,762\,048X_4 + 891\,938X_5 + et$.

По критерий Стьюдента (табл. 19) можно сделать вывод: три регрессора, которые включены в спецификацию модели (4), статистически значимо влияют

Таблица 17

Прогноз цен за м² на 2019 и 2020 гг.

01.01.2019	191 384,827
01.02.2019	176 377,138
01.03.2019	191 935,756
01.04.2019	192 169,751
01.05.2019	193 099,604
01.06.2019	194 619,661
01.07.2019	195 981,066
01.08.2019	196 608,151
01.09.2019	197 529,241
01.10.2019	198 292,211
01.11.2019	198 441,640
01.12.2019	199 759,752
01.01.2020	198 292,211
01.02.2020	199 759,752
01.03.2020	199 643,788
01.04.2020	197 830,624
01.05.2020	197 596,551
01.06.2020	197 125,907
01.07.2020	200 794,228
01.08.2020	202 086,974
01.09.2020	200 528,758
01.10.2020	203 093
01.11.2020	187 450,279
01.12.2020	178 929,778

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

на эндогенную переменную ($|t| > t_{кр}$), однако три остальных незначимы, следовательно, возможна мультиколлинеарность среди регрессоров модели [8, с. 45].

Проверим наличие мультиколлинеарности с помощью анализа матрицы коэффициентов парной корреляции.

Анализ парных коэффициентов корреляции между факторными переменными X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 (табл. 20) свидетельствует об отсутствии коллинеарных факторов: ни один из межфакторных коэффициентов корреляции не превышает по абсолютной величине 0,8.

Проведем пошаговую процедуру отбора наиболее информативных факторов для спецификации модели (4) методом исключения из нее незначимых регрессоров X_1, X_5 . В конечном итоге получили следующую спецификацию модели:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{2t} + \beta_2 X_{3t} + \beta_3 X_{4t} + \varepsilon_t \quad (5)$$

В оцененном виде эта модель имеет вид:

$$Y = -123\,370 + 274\,689,6X_1 - 2\,685\,812,049X_2 - 2\,522\,444,032X_3 + et.$$

Параметры модели (5) получены на основе регрессионного анализа данных (табл. 21).

Регрессия (5) высокого качества, так как объясняющие факторы на 81% влияют на значение эндогенной переменной ($R^2 = 0,811 > R_{adj}^2 = 0,801$) и статистически значима ($F_{стат} = 99,88 > F_{кр} = 3,085$).

На основании анализа модели по критерию Стьюдента, регрессионной матрицы и теста Харке-Бера полученная зависимость цены квартиры от трех факторов «Площадь квартиры», «Тип дома», «Тип санузла» признается качественной, и она может быть использована для прогнозирования в реальных условиях. Фактор «Тип санузла» для модели значим, так как многим покупателям не нравится его изначальная планировка, и это вызывает дополнительные расходы на перепланировку, что негативно сказывается на спросе.

Выводы

В ходе проделанной работы были проанализированы основные методы построения эконометрических моделей для оценки перспективного состояния рынка недвижимости Москвы. Проведенный анализ позволил подтвердить актуальность

количественных методов исследования, и нами были сделаны определенные выводы касательно особенностей его применения в оценке жилой недвижимости. В первую очередь было рассмотрено социально-экономическое положение города. Оно характеризуется определенными особенностями, поэтому его анализ включает в себя некоторые важные детали:

- 1) постоянный прирост численности населения, вследствие чего спрос на недвижимость растет;
- 2) неоднородная структура спроса и предложения по классам жилья.

Таблица 18

МНК оценка ЛИНЕЙН

	β_5	β_4	β_3	β_2	β_1	β_0	
	891 938	-2 762 048,682	-2 591 948	277 194,6	-347 272	-24383.23	
	529 469,4	536 800,3652	561 771,5	15 596,5	507 102,3	846 548,5	
R^2	0,81199	3 451 818,326	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	Станд. ошибка
F-стат	165,84	192	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	Степень свободы
RSS	9,88052E+	2 287 689 553 008,4	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	ESS

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 19

Критерий Стьюдента

t_5	t_4	t_3	t_2	t_1	t_0	$t_{кр} (0,05)$
1,684	-5,145	-4,613	17,772	-0,684	-0,028	1,972

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 20

Корреляционная матрица

	Y	x1	x2	x3	x4	x5
Y	1					
x1	0,521	1				
x2	0,868	0,688	1			
x3	-0,143	0,338	0,038	1		
x4	-0,399	-0,120	-0,275	0,057	1	
x5	0,149	0,191	0,187	0,103	0,231	1

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

Таблица 21

Регрессионная статистика

Помимо этого, в рамках работы были выявлены основные проблемы и перспективы рынка жилой недвижимости. Такой анализ позволил сделать следующие выводы относительно данного сектора:

1) значительное влияние санкций на спрос недвижимости;

2) зависимость цены на недвижимость от волатильности курса рубля и цены на нефть;

3) влияние развития транспортных артерий города на спрос и ценовую политику строительных компаний.

В работе построены две модели в зависимости от внешних, макроэкономических и внутренних факторов. Для обеих моделей проведены оценка

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,901
R-квадрат	0,811
Нормированный R-квадрат	0,807
Стандартная ошибка	3 451 818,326
Наблюдения	198

Источник: составлено авторами на основе эконометрической модели.

качества ее спецификации, исследование мультиколлинеарности в модели, устранение гетероскедестичности и автокорреляции случайных возмущений в регрессионной модели. В результате был составлен прогноз, который показал, что цена на недвижимость в перспективе будет расти. Обе модели пригодны к использованию конечными пользователями.

Данный вариант моделей не является последним, и есть возможность включения дополнительных факторов, таких как количество заключенных договоров купли-продажи или договоров, заклю-

ченных на условиях ипотеки. Однако статистика, предоставляемая Росреестром по данным факторам, очень противоречива и требует тщательной обработки. Это открывает новые научные направления дальнейшего исследования. По итогам работы был сделан вывод о том, что построенные модели являются актуальным и необходимым инструментом при покупке недвижимости, как для обычного населения, так и для долгосрочных инвесторов. Рассмотренные модели применимы для оценки стоимости недвижимости в любом городе России.

Список источников

1. Придвижкин С.В. Рынок недвижимости как пространственная социально экономическая система. *Вестник УРФУ*. 2006;(1):24–31.
2. Тэпман Л.Н. Оценка недвижимости. Учебное пособие для вузов. В.А. Швандар, ред. М.: Юнити-Дана; 2012. 303 с.
3. Асаул А.Н., Загидуллина М., Люлин П.Б., Сиразетдинов Р.М. Экономика недвижимости. Учебник для вузов. 18-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт; 2019. 353 с. ISBN 978–5–534–06508–4.
4. Котляров М.А. Экономика недвижимости: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт; 2019. 238 с. ISBN 978–5–9916–9081–2. URL: <https://biblio-online.ru/bcode/436530> (дата обращения: 02.06.2019).
5. Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А., Есипов В.Е. Оценка недвижимости. М.: КноРус; 2019. 640 с.
6. Вязова Г.А., Попелюк В.С. Прогнозирование стоимости двухкомнатной квартиры на вторичном рынке недвижимости г. Хабаровска с использованием модели множественной регрессии. *Молодой ученый*. 2011;1(2):87–89. URL: <https://moluch.ru/archive/25/2589/>(дата обращения: 05.06.2019).
7. Gallinelli F. What Every Real Estate Investor Needs to Know About Cash Flow... And 36 Other Key Financial Measures. Copyright by The McGraw-Hill Companies, Inc. 2015;(18Nov). 312 p.
8. Бейлин И.Л. Инновационные подходы в цифровом моделировании региональных экономических процессов. *Вопросы инновационной экономики*. 2019;9(2):8–13.

References

1. Pridvzhkin S.V. Real estate market as a spatial social-economic system. *Vestnik URFU*. 2006;(1):24–31. (In Russ.).
2. Tepman L.N. The assessment of the property. Textbook. V.A. Sundar, ed. Moscow: Unity-Dana; 2012. (In Russ.).
3. Asaul A.N., Zagidullina G.M., Lyulin P.B., Sirazetdinov R.M. Real estate economics: textbook for universities. 18 ed. Moscow: Yurayt Publishing house; 2019. (In Russ.).
4. Kotlyarov M.A. Real estate economics: Textbook and workshop for undergraduate and graduate students. 2nd ed. Moscow: Yurayt Publishing house; 2019. URL: <https://biblio-online.ru/bcode/436530> (accessed on 02.06.2019). (In Russ.).
5. Kasyanenko T.G., Makhovikov G.A., Esipov V.E. Assessment of the property. Moscow: KnoRus; 2019. (In Russ.).
6. Vyazova G.A., Popelyuk V.S. Predicting the cost of a two-room apartment on the secondary real estate market of Khabarovsk using the multiple regression model. *Young Scientist*. 2011;2(1):87–89. URL: <https://moluch.ru/archive/25/2589/> (accessed on 06.05.2019). (In Russ.).
7. Gallinelli F. What Every Real Estate Investor Needs to Know About Cash Flow... And 36 Other Key Financial Measures. The McGraw-Hill Companies, Inc.; 2015.
8. Beilin I.L. Innovative approaches in digital modeling of economic processes. *Issues of innovative economy*. 2019;2(9):8–13. (In Russ.).