

УДК 336:332.622
DOI 10.17513/fr.43794

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕДООЦЕНЕННЫХ И ПЕРЕОЦЕНЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ МЕТОДАМИ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Чесноков Е.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: eachesn@yandex.ru

Работа посвящена актуальной для рынка недвижимости проблеме получения объективной оценки стоимости жилья. Цель исследования – разработка и практическая реализация механизма выявления недооцененных и переоцененных объектов жилой недвижимости, основанного на получении интервальных оценок рыночной стоимости недвижимости методами регрессионного анализа. В качестве материала для исследования были использованы статистические данные, собранные на вторичном рынке трехкомнатных квартир Кировского района Санкт-Петербурга. Методами регрессионного и корреляционного анализа была получена модель оценки стоимости жилой недвижимости, основанная на 10 ценообразующих факторах. Факторы учитывают местоположение дома, уровень комфортности проживания, а также параметры самой квартиры, включая качество внутренней отделки помещения. Модель была протестирована на дополнительной контрольной выборке и продемонстрировала высокую точность оценивания. На основе предложенной модели были получены интервальные оценки для стоимости 20 случайно отобранных квартир. Объективно оцененными оказались 80% квартир, 15% были идентифицированы как недооцененные и 5% продемонстрировали завышенную заявленную стоимость. Максимальное процентное отклонение заявленной стоимости квартиры от границы интервального прогноза составило 7,5%. К преимуществам модели можно отнести то обстоятельство, что значения факторов, на которых она базируется, могут быть получены из общедоступных источников, не требуют каких-либо дополнительных исследований или привлечения экспертов. Кроме того, параметры модели допускают ясную экономическую интерпретацию, что может быть использовано в дальнейшем при планировании городской застройки, ориентированной на наиболее востребованное жилье.

Ключевые слова: оценка стоимости недвижимости, массовая оценка жилой недвижимости, ценообразование, эконометрическое моделирование, регрессия

IDENTIFICATION OF UNDERVALUED AND OVERVALUED RESIDENTIAL PROPERTIES USING REGRESSION ANALYSIS METHODS

Chesnokov E.A.

*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint Petersburg, e-mail: eachesn@yandex.ru*

The work is devoted to the problem of obtaining an objective estimate of the cost of housing, which is relevant for the real estate market. The purpose of the work is to develop and practically implement a mechanism for identifying undervalued and overvalued residential real estate objects based on obtaining interval estimates of the market value of real estate using regression analysis methods. Statistical data collected on the secondary market of three-room flats in the Kirovsky district of St. Petersburg were used as the material for the study. The methods of regression and correlation analysis were used to obtain a model for estimating the value of residential real estate based on ten price-forming factors. The factors take into account the location of the house, the level of comfort of living, as well as the parameters of the flat itself, including the quality of the interior decoration. The model was tested on an additional control sample and demonstrated high estimation accuracy. Based on the proposed model, interval estimates were obtained for the cost of twenty randomly selected flats. Eighty percent of the flats were objectively assessed, fifteen percent were identified as undervalued, and five percent demonstrated an overstated declared value. The maximum percentage deviation of the declared value of the flat from the boundary of the interval forecast was 7.5 percent. The advantages of the model include the fact that the values of the factors on which it is based can be obtained from publicly available sources and do not require any additional research or involvement of experts. In addition, the parameters of the model allow for a clear economic interpretation, which can be used in the future, when planning urban development, focused on the most sought-after housing.

Keywords: real estate valuation, mass assessment of residential real estate, pricing, econometric modeling, regression

Введение

Рынок жилой недвижимости для большинства крупных городов России – это динамично развивающийся, активно функционирующий рынок. Помимо приобретения жилья с целью непосредственного улучшения жилищных условий, наблюдается

активное инвестирование средств в жилую недвижимость с целью получения дополнительного дохода. С одной стороны, это обусловлено быстрым ростом цен на жилую недвижимость, с другой – достаточно низкими ставками ипотечного кредитования. В этих условиях особую актуальность при-

обретают как проблема получения объективных оценок стоимости недвижимости, так и проблема выявления факторов, оказывающих наибольшее влияние на рыночную стоимость жилья.

В последнее время продолжает сохраняться интерес к классическим регрессионным моделям оценки стоимости недвижимости [1–3]. Наряду с ними большую популярность приобрели методы машинного обучения, основанные, как правило, на использовании нейросетевых моделей [4–6]. Общим как для регрессионных моделей, так и для моделей машинного обучения является необходимость отбора значимых ценообразующих факторов, информация о значениях которых должна быть загружена для получения качественной оценки объекта недвижимости. Наряду с общеизвестными недостатками (такими, как проблемы мультиколлинеарности факторов и гетероскедастичности остатков) регрессионные модели имеют и существенные преимущества. Во-первых, они допускают ясную экономическую интерпретацию параметров модели и, соответственно, возможность контроля качества модели не только по тестовой выборке, но и по соответствию полученных значений параметров их экономическому содержанию. Кроме того, для построения регрессионных моделей требуется, как правило, гораздо меньший объем статистических данных, чем для качественного обучения сходных по точности моделей, основанных на методах машинного обучения.

Одной из целей массовой оценки жилой недвижимости является выявление недооцененных и переоцененных объектов недвижимости. В работе А.Б. Горбцовой, например, на основе построенной в ней регрессионной модели производился отбор существенно недооцененных и, соответственно, априори представляющих интерес для покупателя объектов недвижимости [7]. Однако использование точечных оценок вместо интервальных не позволило автору сформировать класс объективно оцененной недвижимости, и выделение недооцененных объектов производилось на основе относительно субъективной характеристики – процентного занижения выставочной цены квартиры по отношению к точечной оценке.

Цель исследования – разработка и практическая реализация механизма выявления недооцененных и переоцененных объектов жилой недвижимости, основанного на получении интервальных оценок рыночной стоимости недвижимости методами регрессионного анализа. К основным этапам исследования можно отнести отбор наиболее значимых объективных ценообра-

зующих факторов, построение на их основе регрессионной модели оценки стоимости недвижимости, тестирование качества модели и ее апробацию.

Материалы и методы исследования

Материалы для исследования были собраны на сайте cian.ru и представляют собой статистические данные об объектах недвижимости, выставленных на вторичном рынке трехкомнатных квартир Кировского района Санкт-Петербурга. После фильтрации 3% самых дешевых и самых дорогих объектов, для построения модели была сформирована случайная выборка объемом в 110 квартир. Дополнительная выборка из 20 квартир была составлена с целью тестирования модели. В выборку вошли квартиры с выставочной стоимостью в диапазоне от 5,8 до 25 млн руб., при этом цена их за квадратный метр варьировалась от 114 до 222 тыс. руб. В качестве ценообразующих факторов изначально были взяты практически все переменные, значения которых были указаны на сайте или могли быть определены из описания. В их число вошли 22 фактора, характеризующие местоположение дома, качество самого дома и придомовой территории, а также непосредственно квартиру.

Обработка собранных статистических данных и построение модели оценки стоимости недвижимости были выполнены на основе методов регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализов.

Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе построения модели в рассмотрении участвовали 22 ценообразующих фактора, которые можно разделить на три группы. В первую группу вошли характеристики дома и придомовой территории. Из непрерывных переменных – год постройки (*ГОД*), бинарные индикаторные переменные: тип дома (*ТД*, 1 для кирпичных и монолитных домов, 0 для панельных), индикаторы домов сталинского типа (*СТАЛ*), домов повышенной комфортности, домов бизнес-класса (*БИЗ*), наличия собственной охраняемой парковки, наличия лифта, наличия собственной детской площадки во дворе.

Ко второй группе относятся индивидуальные характеристики квартиры. Непрерывные переменные: общая площадь (*So*), жилая площадь, площадь кухни, высота потолков. Бинарные переменные: индикатор этажности (*ЭТ*, 0 для первого этажа, 1 для всех остальных), индикаторы наличия балкона или лоджии, наличия второго санузла. Стоит отметить, что часто используемая в регрессионных моделях бинарная

переменная этажности, в которой нулевое значение присваивается объектам, расположенным на первом или последнем этаже, в отличие от упомянутой выше, оказалась незначимой. Это связано, по-видимому, с наличием заметной доли дорогих видовых квартир, расположенных на последних этажах многоэтажных домов. Кроме того, в рассмотрение были включены индикаторы наличия внутренней отделки определенного уровня: *РЕМ* – наличие косметического ремонта, *ЕВРО* – евроремонта, *ДИЗ* – дизайнерского ремонта.

Наконец, в третью группу вошли факторы, характеризующие местоположение дома. Важность учета факторов, характеризующих местоположение объекта, неоднократно отмечалась в работах, посвященных оценке стоимости недвижимости [8–10]. Здесь можно выделить два основных подхода. Первый – пространственно-параметрический, основанный на использовании факторов, характеризующих удаленность объекта от некоторых «мест притяжения». Например, расстояние (или время в пути) до метро, до центра города, до зоны расположения парков, до важных объектов инфраструктуры [7, 11]. Второй подход основан на построении пространственной тепловой карты цен (точнее – остатков, то есть разниц между реальной выставочной стоимостью объекта и его оценкой по модели, не включающей в себя пространственные факторы). Здесь в качестве ценообразующих факторов выступают непосредственно географические координаты объекта [9, 12]. Данный подход в ряде случаев позволяет продемонстрировать

достаточно высокое качество оценки, однако имеет свои существенные недостатки. Во-первых, требуется большое число объектов, выставленных на продажу в каждой из областей населенного пункта, что имеет место далеко не всегда. Во-вторых, построение карты цен предполагает, что различие между выставочной стоимостью объекта и его оценкой по модели, не учитывающей пространственные факторы, обусловлено только расположением объекта. Поэтому наличие других неучтенных или некорректно учтенных значимых ценообразующих факторов может привести к сильному искажению ценовой карты. В настоящей работе был использован первый подход. В число пространственных ценообразующих факторов вошли *l_м* – расстояние до метро (км), расстояние до ближайшего парка, расстояние до центра района и расстояние до въезда на ближайшую транспортную магистраль (КАД, ЗСД).

В ходе реализации пошаговой процедуры удаления незначимых на 5 %-ном уровне значимости факторов (на каждом шаге удалялся один фактор, параметр при котором был оценен с максимальным *p*-значением по *t*-статистике), был окончательно сформирован состав из 10 значимых ценообразующих факторов. Список значимых факторов, значения параметров в линейной регрессионной модели зависимости стоимости объекта недвижимости от этих факторов, их *p*-значения и частные коэффициенты корреляции, показывающие степень непосредственного влияния данного фактора на стоимость квартиры, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Перечень значимых ценообразующих факторов, значения параметров и их статистические характеристики в линейной регрессионной модели оценки стоимости недвижимости

№ п/п	Обозначение	Значение параметра, тыс. руб.	<i>p</i> -значение	$\rho_{\text{частн}}$
	Свободный член	-102419	2,98576E-06	
1	<i>S₀</i>	145,519	7,27456E-16	0,697698858
2	<i>l_м</i>	-620,894	0,002930545	-0,294566241
3	<i>ГОД</i>	51,34617	5,16807E-06	0,438040566
4	<i>ТД</i>	1474,567	0,000723949	0,332541223
5	<i>СТАЛ</i>	1932,268	0,001750999	0,30913429
6	<i>БИЗ</i>	2793,339	0,000197385	0,363958567
7	<i>РЕМ</i>	1538,379	0,000630901	0,336026314
8	<i>ЕВРО</i>	3532,498	1,12305E-09	0,562524341
9	<i>ДИЗ</i>	4400,459	3,65349E-10	0,575864049
10	<i>ЭТ</i>	1075,33	0,020231141	0,231943295

Источник: составлено автором.

Модель имеет коэффициент детерминации $R^2 = 0,92$, то есть на 92% объясняет наблюдаемую вариацию рыночных цен на квартиры в основной выборке. Как можно судить по частному коэффициенту корреляции и p -значению, наибольшее влияние на стоимость трехкомнатных квартир в Кировском районе Санкт-Петербурга оказывает их общая площадь. Далее следуют наличие ремонта высокого уровня (евроремонта и дизайнерского ремонта), затем – год постройки, вид дома (кирпично-монолитный/панельный, сталинские дома и дома бизнес-класса) и косметический ремонт. Важность фактора года постройки (возраста дома) отмечалась ранее в [13]. Менее существенно, но все-таки значимо влияют на стоимость объекта недвижимости удаленность от метро и этаж. Экономическая интерпретация параметров модели представляется предельно ясной. Так, например, каждый дополнительный метр общей площади увеличивает стоимость квартиры в среднем на 146 тыс. руб., а каждый дополнительный километр удаленности от метро снижает ее стоимость

в среднем на 620 тыс. руб. Квартиры в сталинских домах в среднем на 1,9 млн руб. дороже, чем в стандартных кирпично-монолитных домах, и на 3,4 млн руб. дороже, чем в панельных. Квартиры, расположенные на первом этаже, в среднем на 1,1 млн руб. дешевле остальных и т.д. Ввиду высокого коэффициента корреляции между общей площадью, жилой площадью и площадью кухни ($\rho_{So, S_{жк}} = 0,82$; $\rho_{So, S_k} = 0,63$) ни в какой комбинации не удастся оценить на 5%-ном уровне значимости параметры при всех трех факторах, несмотря на то, что каждый из перечисленных факторов по отдельности оказывается значимым. В модели оставлен наиболее значимый по t -статистике фактор – So . Что касается удаленности дома от метро, центра района, парковой зоны и автомагистрали, напротив, какой-либо существенной корреляции не наблюдается. Тем не менее значимым на 5%-ном уровне оказался только фактор удаленности от метро.

Оцененное уравнение регрессии рыночной стоимости квартиры по 10 ценообразующим факторам имеет вид

$$P = -102419 + 146 \cdot So - 621 \cdot lm + 51,3 \cdot ГОД + 1475 \cdot ТД + 1932 \cdot СТАЛ + 2793 \cdot БИЗ + 1538 \cdot РЕМ + 3532 \cdot ЕВРО + 4400 \cdot ДИЗ + 1075 \cdot ЭТ \quad (1)$$

Таблица 2

Матрица частных коэффициентов корреляции между ценообразующими факторами

	So	lm	$ГОД$	$ТД$	$СТАЛ$	$БИЗ$	$РЕМ$	$ЕВРО$	$ДИЗ$	$ЭТ$
So	1	-0,011	0,340	0,427	0,429	0,310	-0,231	0,066	-0,027	0,038
lm	-0,011	1	0,056	-0,118	-0,184	0,054	-0,078	0,014	-0,004	0,044
$ГОД$	0,340	0,056	1	-0,058	-0,563	0,166	0,012	0,054	0,163	0,139
$ТД$	0,427	-0,118	-0,058	1	0,175	0,107	0,196	0,162	0,151	-0,170
$СТАЛ$	0,429	-0,184	-0,563	0,175	1	-0,212	-0,156	-0,217	-0,007	0,125
$БИЗ$	0,310	0,054	0,166	0,107	-0,212	1	-0,033	-0,049	0,238	-0,039
$РЕМ$	-0,231	-0,078	0,012	0,196	-0,156	-0,033	1	-0,563	-0,424	0,037
$ЕВРО$	0,066	0,014	0,054	0,162	-0,217	-0,049	-0,563	1	-0,455	-0,025
$ДИЗ$	-0,027	-0,004	0,163	0,151	-0,007	0,238	-0,424	-0,455	1	0,110
$ЭТ$	0,038	0,044	0,139	-0,170	0,125	-0,039	0,037	-0,025	0,110	1

Источник: составлено автором.

Поскольку переменная $ГОД$ отсчитывается от начала эры, свободный член в уравнении имеет большое отрицательное значение.

Для анализа степени коррелированности ценообразующих факторов и выявления возможной мультиколлинеарности были рассчитаны коэффициенты корреляции и частные (полученные при элимини-

ровании влияния других факторов) коэффициенты корреляции между ними. Матрица частных коэффициентов корреляции приведена в табл. 2.

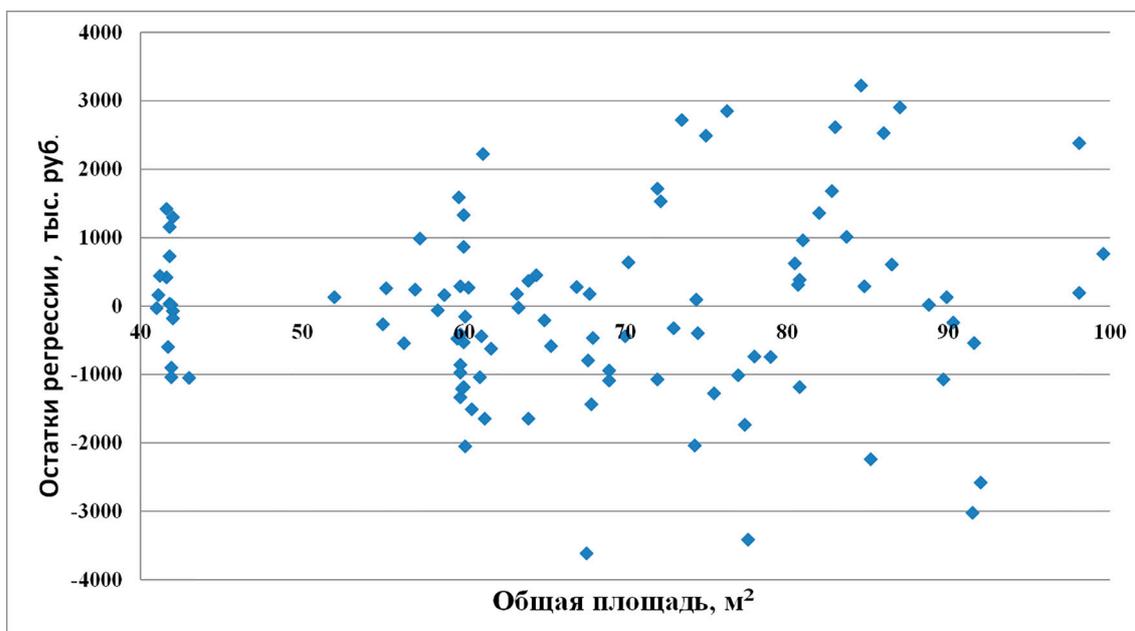
Как видно из таблицы, заметная отрицательная корреляция имеет место между годом постройки и индикатором домов сталинского типа, что вполне объяснимо, а также между индикаторами ремонта раз-

личного уровня, поскольку они являются взаимоисключающими факторами. Несколько меньшая по величине положительная корреляция наблюдается между общей площадью и годом постройки, а также видом дома (кирпично-монолитный / панельный, сталинские дома и дома бизнес-класса). Последнее обстоятельство обусловлено наличием в Кировском районе заметной доли так называемых «хрущевских» домов, построенных в 1950–1980-е гг., с характерными для них малыми площадями. Матрица коэффициентов корреляции, рассчитанная непосредственно, без элиминирования влияния других факторов, демонстрирует в целом схожие значения. Максимальный по величине коэффициент корреляции $\rho = 0,63$ имеет место между общей площадью и типом дома (кирпично-монолитный/панельный). Что касается мультиколлинеарности, то критические для ее заметного проявления значения, превышающие по абсолютной величине 0,8 (0,7), не наблюдаются. Отсутствие сколько-либо выраженного влияния мультиколлинеарности факторов подтверждает и тот факт, что при удалении из модели любой из перечисленных переменных значения коэффициентов при остальных переменных существенно не меняются.

Анализ остатков регрессии, как и следовало ожидать, демонстрирует наличие некоторой гетероскедастичности. Например, как видно из рисунка, при увеличении общей площади от 40 до 90 м² абсолютная

величина остатков в среднем возрастает примерно в два раза. Тем не менее, принимая во внимание умеренный характер изменения дисперсии остатков, а также несмещенность оценок обычного метода наименьших квадратов, равно как и достаточно большой объем выборки, полученные в настоящей работе оценки параметров модели, не подвергались коррекции на гетероскедастичность.

В ряде работ была отмечена целесообразность учета нелинейного характера зависимости стоимости недвижимости от непрерывных ценообразующих факторов [1, 14]. В связи с этим в настоящей работе была проанализирована логарифмическая регрессионная модель, а также были рассмотрены варианты учета влияния непрерывных ценообразующих факторов в рамках простейших нелинейных спецификаций (квадратичной, показательной, степенной). Для анализируемого рынка жилой недвижимости никаких сколько-либо заметных улучшений использование нелинейных спецификаций не принесло. Увеличение коэффициента детерминации при использовании нелинейных моделей составило не более 2%. Ни один из факторов, незначимых в рамках линейной регрессионной модели, не удалось учесть на 5%-ном уровне значимости и в рамках рассмотрения нелинейных спецификаций. В итоге было отдано предпочтение более простой в интерпретации и использовании линейной регрессионной модели (1).



*Зависимость остатков регрессии от общей площади квартиры
Источник: составлено автором*

Таблица 3

Сравнение рыночной цены квартиры (тыс. руб.) с точечной и интервальной оценками ее стоимости, полученными в рамках модели (1) на 1%-ном уровне значимости

N	P_i	$P_i^{прогн}$	APE	$\Delta_{ум}$	$\Delta_{ум} \%$	P_{min}	P_{max}	оценка	$\delta P_i \%$
1	6500	6530	0,46	917	14,0	5612	7447	объект	
2	6780	6763	0,23	897	13,2	5866	7660	объект	
3	7200	8534	18,53	1666	19,5	6868	10200	объект	
4	7300	6881	5,73	970	14,1	5910	7852	объект	
5	7800	6936	11,07	1179	16,9	5757	8115	объект	
6	8200	8024	2,14	1085	13,5	6939	9109	объект	
7	8400	9911	17,98	769	7,7	9141	10680	заниж	-7,5
8	8500	9296	9,36	1100	11,8	8195	10397	объект	
9	10000	11276	12,76	1480	13,1	9795	12756	объект	
10	10100	10686	5,80	867	8,1	9818	11553	объект	
11	11500	11966	4,05	1548	12,9	10417	13515	объект	
12	13990	15004	7,24	1067	7,1	13936	16071	объект	
13	14500	14116	2,64	1150	8,1	12966	15266	объект	
14	14700	13690	6,86	1194	8,7	12496	14884	объект	
15	15300	17338	13,32	1568	9,0	15770	18906	заниж	-2,7
16	15900	15708	1,20	1278	8,1	14429	16987	объект	
17	16000	17736	10,85	1485	8,3	16251	19221	заниж	-1,4
18	20750	18138	12,58	1544	8,5	16594	19682	завыш	5,9
19	21000	20692	1,46	1590	7,6	19101	22282	объект	
20	24000	24822	3,42	1572	6,3	23249	26394	объект	

Источник: составлено автором.

На заключительном этапе исследования было осуществлено тестирование окончательно сформированной модели по контрольной выборке из 20 случайно отобранных квартир, а также продемонстрирована состоятельность модели при выявлении недооцененных и переоцененных объектов недвижимости. Результаты сведены в табл. 3.

В ходе тестирования были рассчитаны абсолютные процентные отклонения (ошибки) рыночной цены квартиры от ее точечной оценки по модели (1):

$$APE = \frac{|P_i - P_i^{прогн}|}{P_i^{прогн}} \cdot 100 \%. \quad (2)$$

Среднее, медианное и максимальное абсолютные процентные отклонения составили соответственно

$$\begin{aligned} MAPE &= 7,4 \%, \\ MedAPE &= 6,3 \%, \\ MaxAPE &= 18,5 \%. \end{aligned}$$

Данные показатели, вместе с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,92$, позволяют характеризовать модель как весьма точную. Для сравнения, показатели качества регрессионных моделей для ряда ранее опубликованных работ следующие.

В работе С.И. Нестеровой

$$R^2 = 0,77, MAPE = 14 \% [2].$$

В работе С.В. Домниной и соавт.

$$R^2 = 0,87 [3].$$

В работе А.Б. Горобцовой

$$MaxAPE = 33 \% [7].$$

В работе М.А. Хлюпиной и соавт.

$$R^2 = 0,82 [14].$$

При использовании моделей машинного обучения удается достичь следующей точности.

В работе Л.А. Лейфер и соавт.

$$MedAPE = 6 \% [4].$$

В работе А.Л. Остриковой и соавт.

$$\text{MedAPE} = 13\% [5].$$

В работе Л.Н. Ясницкого с соавт.

$$\text{MAPE} = 6,2\% [9].$$

Как было отмечено в работе С.В. Грибовского с соавт., для экономико-математических моделей оценки стоимости недвижимости допустимой можно считать точность прогноза с $\text{MAPE} < 15\%$ [8].

Далее, для выявления недооцененных и переоцененных квартир было произведено сравнение их выставочной стоимости с интервальными оценками ее среднего значения (P_{min}, P_{max}), полученными на основании *t*-статистики Стьюдента на 1%-ном уровне значимости. Среднее значение полуширины интервала Δ_{ym} составило 1,2 млн руб., или 11% от оценочной стоимости квартиры. При этом 80% квартир имели объективную оценку, 15% оказались недооцененными и 5% переоцененными. Максимальное процентное отклонение (недооценка) рыночной стоимости квартиры от границы интервального прогноза δP_i , составило 7,5%. Для сравнения, в работе Т.К. Богдановой с соавт., на основе математически более сложной модели, с использованием порядковой логистической регрессии, были получены интервальные оценки рыночной стоимости жилья с полуширинами от 0,5 до 2,2 млн руб. (10–20% от рыночной стоимости), при этом 10% квартир из тестовой выборки оказались за пределами интервального прогноза [15]. На сайте *ciap.ru*, наряду с выставочной стоимостью квартиры, приводится ее интервальная оценка, полученная на основе собственной модели сайта (одна из разновидностей моделей машинного обучения). Средняя полуширина интервала составляет 10% от стоимости квартиры и приблизительно 15% квартир (по информации, размещенной на сайте) имеют заявленную стоимость вне пределов интервального прогноза.

Заключение

В ходе исследования была предложена регрессионная модель оценки рыночной стоимости жилой недвижимости, основанная на 10 ценообразующих факторах. Вошедшие в модель факторы учитывают местоположение дома, уровень его комфортности, а также непосредственно характеристики самой квартиры. В рассмотренном механизме ценообразования стоит особо отметить существенное влияние качества внутренней отделки объектов вторичного рынка жилой недвижимости на их цену. Предложенная модель демонстрирует вы-

сокую точность оценки, схожую по величине с популярными на сегодняшний день моделями, основанными на использовании методов машинного обучения. В то же время она допускает ясную экономическую интерпретацию своих параметров. Последнее обстоятельство позволяет использовать предложенную модель не только для получения объективных оценок рыночной стоимости жилой недвижимости в данном районе, но и при анализе процесса ценообразования в целом. Сравнение интервальных оценок средней стоимости, полученных на основе предложенной модели для 20 случайно отобранных квартир, с их выставочными стоимостями позволило идентифицировать 80% квартир как объективно оцененные, 15% оказались недооцененными и 5% продемонстрировали завышенную заявленную стоимость. Данное процентное соотношение в целом согласуется с результатами ранее проведенных исследований как для Санкт-Петербурга, так и для других городов Российской Федерации. Несмотря на то, что объектом исследования являлся один из районов Санкт-Петербурга, некоторые из полученных в работе результатов могут быть непосредственно использованы при анализе рынка жилой недвижимости в других районах и других городах Российской Федерации. В частности, проведенное исследование подтверждает важность таких ценообразующих факторов, как уровень комфортности проживания и качество внутренней отделки объекта недвижимости.

Список литературы

1. Баринов Н.П. Применение регрессионного анализа в задачах индивидуальной и массовой оценки объектов недвижимости // Вопросы оценки. 2022. № 1. С. 34–46. URL: http://sr000.ru/upload/iblock/414/VO_01_22-small.pdf (дата обращения: 28.02.2025).
2. Нестерова С.И. Моделирование оценки прогнозной стоимости жилой недвижимости на вторичном рынке (на примере г.о. Самара) // Вестник международного института рынка. 2017. № 1. С. 36–42. URL: https://www.imi-samara.ru/wp-content/uploads/2015/05/5_Nesterova_36-42.pdf (дата обращения: 28.02.2025).
3. Домнина С.В., Савоскина Е.В., Солопова Н.А. Использование регрессионных моделей для анализа и прогнозирования рынка жилой недвижимости // Фундаментальные исследования. 2024. № 4. С. 36–41. DOI: 10.17513/fr.43591.
4. Лейфер Л.А., Черная Е.В. Массовая оценка объектов недвижимости на основе технологии машинного обучения. Анализ точности различных методов на примере определения рыночной стоимости квартир // Имущественные отношения в РФ. 2020. № 3. С. 32–42. URL: <https://sciup.org/170173126> (дата обращения: 28.02.2025).
5. Острикова А.Л., Селютин В.В. Инновационные технологии массовой оценки жилой недвижимости // Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2023. № 8. С. 147–154. DOI: 10.23885/2500-395X-2023-1-8-147-154.

6. Oshodi O.S., Thwala W.D., Odubiyi T.B., Aigbavboa C.O. Using neural network model to estimate the rental price of residential properties // 2019. № 24 (2). P. 217–230. DOI: 10.1108/JFMPC-06–2019–0047.
7. Горобцова А.Б. Оценка рыночной стоимости квартир с помощью методов регрессионного анализа // Моделирование и анализ данных. 2019. № 2. С. 63–72. URL: https://psyjournals.ru/journals/mda/archive/2019_n2/Gorobtsova (дата обращения: 28.02.2025).
8. Грибовский С.В., Табала Д.Н., Мурашов В.С., Громкова О.Н. Теория и практика массовой оценки недвижимости на примере города Санкт-Петербурга. Теоретические аспекты // Имущественные отношения в РФ. 2005. № 7. С. 72–95. URL: <https://sciup.org/170151339> (дата обращения: 28.02.2025).
9. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л., Алексеев А.О. Моделирование рынков жилой недвижимости крупнейших городов России // Экономика региона. 2022. Т. 18 (2). С. 609–622. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-2-22.
10. Беляева А.В. Использование пространственных моделей в массовой оценке стоимости объектов недвижимости // Компьютерные исследования и моделирование. 2012. Т. 4, № 3. С. 639–650. DOI: 10.20537/2076-7633-2012-4-3-639-650.
11. Ferlan N., Bastic M., Psunder I. Influential factors on the market value of residential properties // Engineering Economics. 2017. Vol. 28, Is. 2. P. 135–144. DOI: 10.5755/j01.ee.28.2.13777.
12. Шалагин А.А. Пространственные методы оценки стоимости объектов недвижимости // Финансы и бизнес. 2023. Т. 19, № 2. С. 59–73. DOI: 10.31085/1814-4802-2023-19-2-112-59-73.
13. Narula S.C., Wellington J.F., Lewis S.A. Valuating residential real estate using parametric programming // European Journal of Operational Research. 2012. Vol. 217, Is. 1. P. 120–128. DOI: 10.1016/j.ejor.2011.08.014.
14. Хлюпина М.А., Исавнин А.Г. Моделирование зависимости и анализ цен на квартиры от ряда факторов на примере города Елабуга // Фундаментальные исследования. 2016. № 5. С. 213–217. URL: <https://fundamental-research.ru/article/view?id=40278> (дата обращения: 28.02.2025).
15. Богданова Т.К., Камалова А.Р., Кравченко Т.К., Полторак А.И. Проблемы моделирования оценки стоимости жилой недвижимости // Моделирование социальных и экономических систем. 2020. Т. 14, № 3. С. 7–23. DOI: 10.17323/2587-814X.2020.3.7.23.