

Кокшаров Егор Дмитриевич,

студент,

кафедра экономики,

Институт экономики и управления,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

Баскакова Ирина Владимировна,

доцент,

Институт экономики и управления,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ В ГОРОДЕ ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Аннотация:

Целью статьи является построение модели множественной регрессии с помощью программы «Orange» на основе статистических данных, собранных из объявлений с сайта «CIAN.RU». Результатами исследования является построение и верификация моделей для определения рыночной стоимости жилой недвижимости города Екатеринбург.

Ключевые слова:

Рынок недвижимости города Екатеринбург, модель множественной линейной регрессии, рыночная стоимость жилой недвижимости.

Рынок недвижимости играет огромную роль в экономике как целой страны, так и отдельных её регионов. Компании, работающие в сферах недвижимости и строительства, обеспечивают примерно 15,5% от ВВП России за 2023 год в основных ценах [1]. По данным Росстата, деятельность по операциям с недвижимостью увеличила валовую добавленную стоимость в основных ценах на 15004,6 млрд. рублей (10,5% от ВВП России за 2023 год в основных ценах). Отрасль строительства привнесла валовой добавленной стоимости в размере 7219,4 млрд. рублей, что составляет 5% от ВВП. Рынок недвижимости пополняет региональные и местные бюджеты, так как люди и организации платят налоги за пользование имуществом. Предположительно, в 2024 году налог на имущество организаций принесет Свердловской области примерно 28 млрд. рублей (6,7% от доходов) [2], а налог на имущество физических лиц и земельный налог совместно пополнят бюджет города Екатеринбург на 4,1 млрд. рублей (5,4% от доходов) [3].

Рынок жилой недвижимости является опорой социальной политики, а также данный рынок может быть рассмотрен, как место для вложения частного капитала. Чтобы помочь в урегулировании процессов, связанных с недвижимостью, многие учёные, как отечественные, так и зарубежные, разрабатывали модели, способные рассчитать рыночную стоимость жилой недвижимости в разных городах и регионах.

И.В. Булова в своей работе создает модели для оценки стоимости изолированных квартир в Ростове-на-Дону на основе выборки данных компании «Циан-Групп», включающую 800 объектов жилой недвижимости [4]. В.Л. Ясницкий в своей работе применил нейросетевое моделирование для массовой оценки жилой недвижимости в Екатеринбурге и Перми [5]. С помощью нейросети автор производит оценку значимости вводных параметров, выделяя наиболее важные из них, и прогнозирует стоимость жилой недвижимости. В работе Е.Д. Подрядчиковой был проведен отбор ценообразующих факторов, состоящий из трёх стадий [6]. Были выявлены факторы, оказывающее наибольшее влияние на кадастровую стоимость земельных участков города Тюмень, предназначенных для индивидуального жилищного строительства. Проведено моделирование трех уравнений, отображающих зависимость кадастровой стоимости от ценообразующих факторов. Л.В. Санина в своей работе построила 12 моделей стоимости квартир для 12 крупных городов Иркутской области [7]. В результате исследования было установлено, что цена кв. метра зависит от численности населения, его прироста/убыли и наличия/отсутствия статуса моногорода у населённого пункта, а другие факторы незначительны.

В силу того, что рынок недвижимости находится под влиянием множества факторов, созданные ранее модели для расчета рыночной стоимости недвижимости требуют актуализации и корректировки. В изменившихся условиях людям и организациям, как продающим, так и приобретающим недвижимость, нужно понимать, как грамотно её оценить в условиях рыночных реалий. Органам регионального управления также могут понадобиться новые инструменты, способные помочь в оценке рынка жилой недвижимости и поспособствовать качественной реализации социальных и экономических программ.

Для создания модели множественной линейной регрессии были собраны данные о квартирах, включающие в себя сведения о 391 однокомнатной квартире (36%), 391 двухкомнатной квартире (36%), 294 трехкомнатных квартирах (27%). Источником информации послужили объявления, размещенные в сети Интернет на сайте «СІАН.РУ». В период с 20.12.2023 по 08.02.2024 была собрана следующая информация: об общей площади квартир, площади кухни, жилой площади, этаже, количестве этажей в доме, годе постройки, материале стен, районе, ремонте и цене недвижимости. Все характеристики жилой недвижимости, собранные из объявлений, были условно разделены на количественные и категориальные переменные, для более детальной работы с последними из-за их нечислового вида. Чтобы избавиться от мультиколлинеарности входных данных, были рассчитаны корреляции между числовыми характеристиками жилой недвижимости (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица парных коэффициентов корреляции

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Y	1								
X ₁	0,814	1							
X ₂	0,568	0,767	1						
X ₃	0,571	0,476	0,155	1					
X ₄	0,477	0,741	0,712	0,112	1				
X ₅	0,447	0,324	0,072	0,558	-0,054	1			
X ₆	0,44	0,274	0,037	0,519	-0,061	0,759	1		
X ₇	0,334	0,212	0,014	0,382	-0,031	0,514	0,684	1	
X ₈	0,314	0,381	0,274	0,182	0,25	0,266	0,236	0,219	1

В таблице 1, где Y – Цена; X₁ – Общая площадь недвижимости; X₂ – Жилая площадь; X₃ – Площадь кухни; X₄ – Число комнат; X₅ – Год постройки; X₆ – Количество этажей в доме; X₇ – Этаж; X₈ – Количество балконов/Лоджий в квартире, представлены корреляции числовых характеристик недвижимости между собой и с зависимой переменной. Одним из самых простых и эффективных способов устранения мультиколлинеарности является исключение одной или нескольких переменных, на основании содержательных соображений и величины корреляции с зависимой переменной [8]. Было выяснено, что между тремя параметрами, как: «Площадь», «Число комнат» и «Жилая площадь» отмечена значительная корреляция, превышающая 71%. Так как нельзя утверждать однозначно, какой из параметров более значим для модели, отбор параметров был произведен на основании корреляции с зависимой переменной, где самый высокий показатель имеет переменная «Площадь» (0,814), которая и остается, а остальные из рассмотренных переменных признаются дублирующими и исключаются. Значительная корреляция отмечена и между параметрами «Этажи в доме» и «Год постройки» (0,759). В данном случае более существенным является параметр «Год постройки», так как он отображает возраст дома, в котором расположена квартира. Параметр «Этажи в доме» является дублирующим, так как дома, построенные недавно, становятся выше, а следовательно, растёт их этажность. Также было принято решение не использовать для построения модели характеристику «Балкон» из-за слабой корреляции этой независимой переменной и прогнозируемого параметра «Цена» (0,314). В итоге, из 8 числовых параметров недвижимости, было отобрано 4 независимых переменных: «Площадь», «Площадь кухни», «Год постройки» и «Этаж».

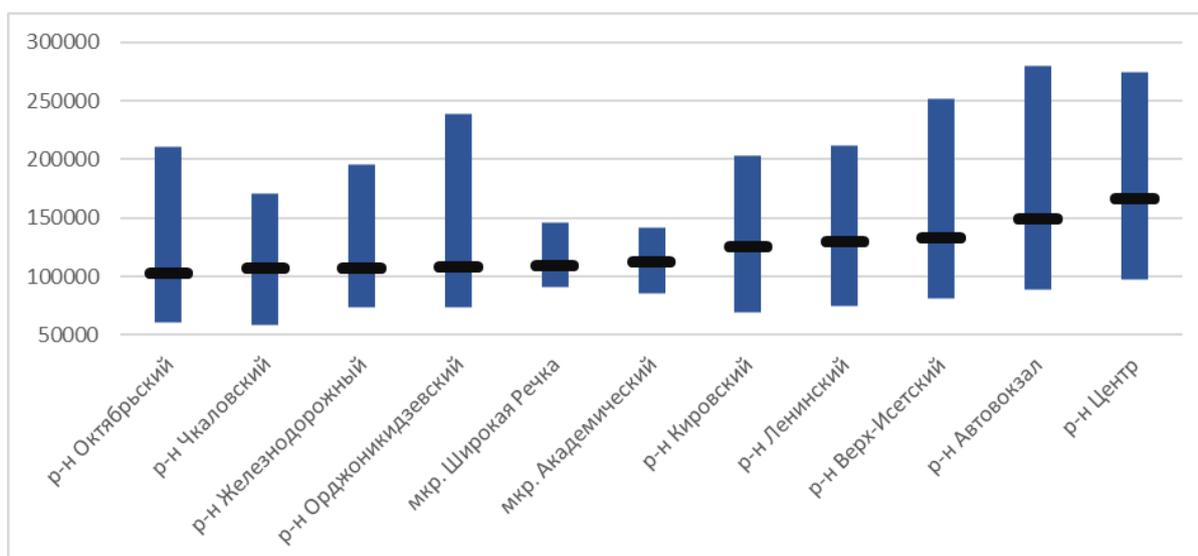


Рисунок 1 – Сравнение средних цен за квадратный метр квартир в разных районах г. Екатеринбург

Следующим шагом была проведена работа с категориальными переменными «Материал стен», «Ремонт» и «Район». На рисунке 1 показаны данные о средней, максимальной и минимальной цене за квадратный метр

недвижимости в разных районах г. Екатеринбург. На основании полученной информации, была введена новая переменная: «Престижность района». Всем квартирам, находящимся в Октябрьском, Чкаловском, Железнодорожном, Орджоникидзевском районах и микрорайонах Широкая Речка и Академическом было присвоено значение 1. Аналогично всем квартирам в Кировском, Ленинском и Верх-Исетском районах присвоено значение 2. Недвижимости, расположенной в районе Автовокзала, присвоено значение 3, а недвижимости в Центральном районе – 4.

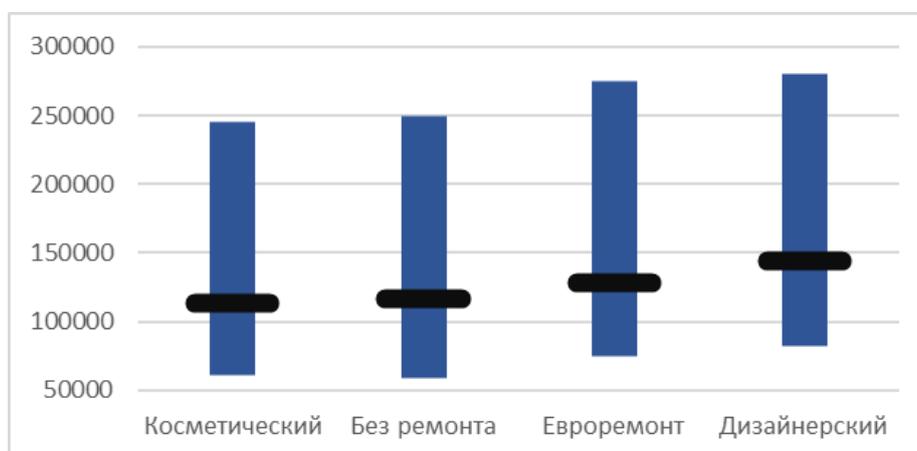


Рисунок 2 – Сравнение средних цен за квадратный метр квартир с разным ремонтом

На рисунке 2 представлены средние, максимальные и минимальные значения цены за квадратный метр недвижимости при разном уровне ремонта квартир. Чтобы учесть качество ремонта в модели множественной регрессии, была введена новая переменная: «Качество ремонта». Квартирам без ремонта и с косметическим ремонтом было присвоено значение 1 новой переменной. Квартирам с евроремонтом было присвоено значение 2, а квартирам с дизайнерским ремонтом было присвоено значение 3.

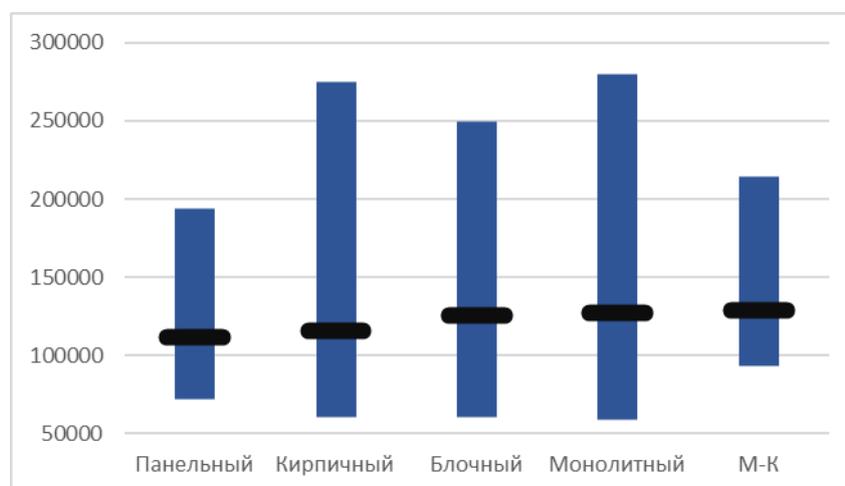


Рисунок 3 – Сравнение средних цен за квадратный метр квартир с разными материалами стен

На рисунке 3 отображены сведения о средней, максимальной и минимальной цене за квадратный метр недвижимости в зависимости от материала, из которого изготовлены стены дома. Была введена новая переменная: «Материал стен». Квартирам с панельными, кирпичными и блочными стенами было присвоено значение 1 нового параметра. Квартирам с монолитными и монолитно-кирпичными (М-К) стенами присвоено значение 2. В итоге было получено три новых числовых переменных «Престижность района», «Качество ремонта» и «Материал стен», которые обозначены как X_9 , X_{10} и X_{11} соответственно.

Из данных проиллюстрированных в таблице 2 следует, что все переменные, включая новые, не имеют сильных корреляций между собой и тем самым являются независимыми. Следует отметить, что переменная «Материал стен» имеет очень слабую корреляцию с зависимой переменной, поэтому переменную «Материал стен» можно исключить, так как она незначительно связана с ценой недвижимости. Для повышения точности расчетов, в программе «Orange» с помощью модуля «Preprocess» из совокупности данных были удалены строки с пустым значением. После обработки остались данные о 952 квартирах, из которых 339 однокомнатные (36%), 351 двухкомнатная (37%), 262 трехкомнатные (28%).

Таблица 2 – Матрица парных коэффициентов корреляции с учетом новых переменных

	Y	X ₁	X ₃	X ₅	X ₇	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
Y	1							
X ₁	0,814	1						
X ₃	0,571	0,476	1					
X ₅	0,447	0,324	0,558	1				
X ₇	0,334	0,212	0,382	0,514	1			
X ₉	0,465	0,188	0,152	-0,025	0,047	1		
X ₁₀	0,376	0,27	0,253	0,253	0,202	0,107	1	
X ₁₁	0,14	0,085	0,135	0,167	0,125	-0,032	0,055	1

Для построения модели множественной линейной регрессии была использована обучающая выборка, состоящая из данных о 952 объектах жилой недвижимости города Екатеринбург. В качестве параметров для модели были использованы характеристики жилой недвижимости, оказавшие влияние на её цену (обозначение переменной в модели «Y»): общая площадь жилой недвижимости (обозначение переменной в модели «X₁»), площадь кухни (обозначение переменной в модели «X₃»), год постройки дома, в котором находится квартира (обозначение переменной в модели «X₅»), этаж, на котором расположена недвижимость (обозначение переменной в модели «X₇»), а также престижность района (обозначение переменной в модели «X₉») и качество ремонта (обозначение переменной в модели «X₁₀»).

В программе «Orange», с помощью модуля «Linear Regression», была построена модель множественной линейной регрессии. С учетом коэффициентов линейной регрессии (табл. 3), общая модель приобретает вид:

$$Y = -44327200 + 100418 * X_1 + 65027,1 * X_3 + 21185,3 * X_5 + 23046,8 * X_7 + 1091750 * X_9 + 384154 * X_{10}$$

Таблица 3 – Коэффициенты множественной регрессии

b ₀	-44327200
b ₁	100418
b ₂	65027,1
b ₃	21185,3
b ₄	23046,8
b ₅	1091750
b ₆	384154

Стандартная трактовка значений b – коэффициентов множественной регрессии: дополнительный квадратный метр общей площади квартиры повышает её стоимость на 100,4 тысячи рублей; дополнительный квадратный метр площади кухни повышает стоимость жилой недвижимости на 65 тыс. руб.; в зависимости от этажа, на котором расположен объект недвижимости, цена квартиры изменяется примерно на 23 тыс. руб.; год застройки изменяет стоимость в среднем на 21,2 тыс. руб.; увеличение индекса престижности района на единицу повышает стоимость квартиры примерно на 1 миллион рублей; также с увеличением индекса качества ремонта (коэффициенты: без ремонта и косметический 1, евроремонт 2, дизайнерский 3) цена квартиры изменяется приблизительно на 384,2 тыс. руб. Для повышения эффективности модели были построены модели для каждого типа из объектов недвижимости в зависимости от количества комнат в квартире. В результате были получены три уравнения регрессии (для однокомнатных, двухкомнатных и трехкомнатных квартир) и проведена их оценка (табл. 4).

На основании полученных данных можно сформулировать несколько выводов.

Во-первых, общая модель является достаточно эффективной, что подтверждается высоким показателем R² у модели (84%), а также небольшой величиной средней ошибки (8%).

Во-вторых, уравнение регрессии, полученное для общей модели, лучше объясняет влияние факторов, представленных в модели на стоимость недвижимости, чем модели, рассчитывающей стоимость только квартир с заданным количеством комнат. Это может быть связано с уменьшением выборки для специализированных моделей, из-за чего модель линейной регрессии хуже научилась вычислять стоимость жилой недвижимости.

В-третьих, в уравнении регрессии для однокомнатных квартир можно заметить, что перед переменной X₃ (Площадь кухни) коэффициент -3173,34. Это означает, что каждый дополнительный квадратный метр площади кухни отнимает от стоимости недвижимости примерно 3 тысячи рублей, что противоречит действительности. Данная ошибка возникла из-за значительной корреляции между переменными X₁ и X₃ (0,715).

В-четвертых, в моделях для двухкомнатных и трехкомнатных квартир изменение цены в среднем на 81,8% и 82,5% (в зависимости от модели) объясняется вариацией факторов, представленных в этих моделях, и исходя из этого полученные уравнения регрессии являются достаточно эффективными.

Таблица 4 – Сводная таблица моделей стоимости объектов жилой недвижимости и их оценка

Модели	Уравнение модели	R ²	MAPE	MAE	RMSE
Общая модель	$Y = -44327200 + 100418 * X_1 + 65027,1 * X_3 + 21185,3 * X_5 + 23046,8 * X_7 + 1091750 * X_9 + 384154 * X_{10}$	0,843	0,144	921946,8	1265549,7
Для однокомнатных квартир	$Y = -20630100 + 135716 * X_1 - 3173,34 * X_3 + 9225,36 * X_5 + 31256 * X_7 + 945535 * X_9 + 271278 * X_{10}$	0,773	0,133	649529,3	9315331,2
Для двухкомнатных квартир	$Y = -30451100 + 100642 * X_1 + 103981 * X_3 + 13897,9 * X_5 + 26400,2 * X_7 + 1178000 * X_9 + 396630 * X_{10}$	0,818	0,139	923304,1	1313394,1
Для трехкомнатных квартир	$Y = -78366200 + 109382 * X_1 + 38822,1 * X_3 + 37940,4 * X_5 + 13037,6 * X_7 + 1148100 * X_9 + 453135 * X_{10}$	0,825	0,124	1070660	1396668,6

Чтобы убедиться в качестве полученных моделей было проведено их тестирование на данных, не входящих в обучающую выборку (табл. 5).

Таблица 5 – Тестирование работы моделей и сравнение результатов

Общая модель	Специализированная модель	Цена в объявлении	Ошибка ОМ	Ошибка СМ
Однокомнатные				
6809158,1	6878960,38	7200000	5%	4%
3323498,97	3691602,122	3690000	10%	0%
7076873,4	6802063,26	7000000	1%	3%
6267407,59	6644388,054	6490000	3%	2%
6856813,9	7076572,94	6490000	6%	9%
Двухкомнатные				
7237701,1	7662808,8	7000000	3%	9%
7185947,3	7112790,2	6800000	6%	5%
6361656	6062727,6	6000000	6%	1%
6220119,23	6440632,6	6800000	9%	5%
7289747,24	7272320,5	6500000	12%	12%
Трехкомнатные				
13555118,1	13956433,7	14000000	3%	0%
9117214,02	8249060,92	10100000	10%	18%
11671189,6	12184988,9	12800000	9%	5%
9989676,4	9941775	8400000	19%	18%
8510594,6	7793796,5	7599000	12%	3%
Средняя ошибка			8%	6%

Таким образом, можно утверждать, что доказав свою эффективность, предложенные линейные уравнения могут применяться с целью расчета стоимости объектов жилой недвижимости на основании неценовых факторов. Так же данный метод расчета стоимости квартир может быть рассмотрен органами регионального управления, как один из инструментов по расчету стоимости жилых объектов недвижимости в целях более точной и качественной реализации программ, связанных с недвижимостью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // Социально-экономическое положение России. — 2024. — С. 7-8.
2. Закон Свердловской области от 07.12.2023 № 128-ОЗ Об областном бюджете на 2024 год и плановый период 2025 и 2026 годов — 2023. — С. 20-24.
3. Решение Екатеринбургской городской Думы от 26.12.2023 № 27/8: О бюджете муниципального образования "город Екатеринбург" на 2024 год и плановый период 2025 и 2026 годов — 2023. — С. 9-11.
4. Бурова И. В. Использование регрессионного анализа в оценке стоимости объектов регионального рынка недвижимости [Текст] / И. В. Бурова // Региональные проблемы преобразования экономики. — 2020. — № 2. — С. 39-45.
5. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л. Разработка и применение комплексных нейросетевых моделей массовой оценки и прогнозирования стоимости жилых объектов на примере рынков недвижимости Екатеринбурга и Перми [Текст] / Л. Н. Ясницкий, В.Л. Ясницкий // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2017. — № 3. — С. 68-84.
6. Подрядчикова Е.Д., Гилева Л.Н., Дубровский А.В. Корреляционно-регрессионный анализ кадастровой стоимости объектов недвижимости и ценообразующих факторов (на примере земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки) [Текст] / Е. Д. Подрядчикова, Л. Н. Гилева, А. В. Дубровский // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). — 2020. — № 1. — С. 274-289.
7. Санина Л.В., Шерстянкина Н.П., Берген Д.Н., Дашкевич, П. М. Моделирование стоимости квартир на региональном рынке жилой недвижимости (на примере Иркутской области) [Текст] / Л. В. Санина, Н. П. Шерстянкина, Д. Н. Берген, П. М. Дашкевич // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2017. — № 3. — С. 27-41.
8. Орлова И.В., Филонова Е.С. Выбор экзогенных факторов в модель регрессии при мультиколлинеарности данных [Текст] / И. В. Орлова, Е. С. Филонова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 5. — С. 108-116.

Koksharov Egor D.,

student,

department of economics,

Institute of Economics and Management,

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,

Yekaterinburg,

Russian Federation

Baskakova Irina V.,

associate professor,

Institute of Economics and Management,

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,

Yekaterinburg, Russian Federation

MODELING OF THE MARKET VALUE OF RESIDENTIAL REAL ESTATE IN THE CITY OF YEKATERINBURG.

Abstract:

The purpose of the article is to build a multiple regression model using the Orange program based on statistical data collected from ads from the site "CIAN.RU ". The results of the study are the construction and verification of models for determining the market value of residential real estate in the city of Yekaterinburg.

Keywords:

Real estate market of the city of Yekaterinburg, multiple linear regression model, market value of residential real estate.