

Горгорова Валентина Витальевна

Gorgorova Valentina Vitalievna

Ростовский государственный строительный университет,
кафедра «Прикладная математика и вычислительная техника»

Rostov State University of Civil Engineering,

Department of "Applied Mathematics and Computer Science"

к.т.н., доцент кафедры «Прикладная математика и вычислительная техника»

Ph.D., assistant professor of "Applied Mathematics and Computer Science"

E-Mail: vgorgorova@yandex.ru

Горгорова Юлия Владимировна

Gorgorova Juliya Vladimirovna

Ph.D., assistant professor of "Applied Mathematics and Computer Science"

Rostov State University of Civil Engineering,

Department of "Applied Mathematics and Computer Science"

к.т.н., доцент кафедры «Прикладная математика и вычислительная техника»

Ростовский государственный строительный университет,
кафедра «Прикладная математика и вычислительная техника»

E-Mail: juligorgorova@freemail.ru

Кондратьева Татьяна Николаевна

Kondratieva Tatiana Nikolaevna

Южный федеральный университет, кафедра «Интерьер»

Southern Federal University, Department of "Interiors"

к. арх., доцент кафедры «Интерьер»,

K. Arch., Associate Professor of "interior"

E-Mail: ktn618@yandex.ru

Анализ стоимости однокомнатных квартир города Ростова-на-Дону

Analysis of the cost of one room apartments of Rostov-on-Don

Аннотация. Был исследован рынок однокомнатных квартир города Ростова-на-Дону на июнь 2011 года. Изучены параметры, формирующие стоимость квартиры. Исходя из статистических данных, построена регрессионная модель, позволяющая приближённо оценить стоимость однокомнатной квартиры города Ростова-на-Дону.

Abstract. Was investigated the market of one-room apartments in Rostov-on-Don on June 2011. Parameters were studied that form the price of the apartment. Based on statistics, regression model is constructed to allow an approximate estimate of the cost of a one-room apartment in Rostov-on-Don.

Ключевые слова. Рынок жилья, парные коэффициенты корреляции, Уравнение регрессии

Key words. Market of dwelling, Paired coefficients of correlation, Regression equation

Вопрос стоимости недвижимости интересует и покупателей, и продавцов. На рынке жилья есть риэлтерские фирмы, оказывающие спектр услуг по оценке недвижимости, покупке, продаже, аренде. Как производится оценка жилья? Насколько она соответствует действительной стоимости? Какие параметры определяют цену? Какое количество параметров достаточно взять? Можно ли расширять диапазон параметров для получения полной картины стоимости жилья? Эти вопросы актуальны для таких крупных городов, как г. Ростов н/Д. Попробуем ответить на них, используя методы математического моделирования.

Для выявления взаимосвязей между параметрами воспользуемся корреляционным анализом. Изучение связи между несколькими наблюдаемыми переменными одна из распространённых задач статистического исследования [2]. Выявление взаимосвязи факторов даёт возможность решать кардинальную задачу любого научного исследования — прогнозирование развития ситуации при изменении конкретных характеристик объекта исследования. Зная взаимосвязь между стоимостью жилья и параметрами конкретной квартиры можно прогнозировать ее цену. Подобный анализ осуществлялся в работе [1].

Для анализа стоимости однокомнатных квартир вторичного рынка жилья г. Ростова н/Д данные на июнь 2011 г. были взяты на сайте компании ОДЕОН [3].

В качестве факторов, влияющих на цену, использовались параметры жилья: общая площадь; жилая площадь; площадь кухни; этажность дома; этаж, на котором находится квартира; материал стен здания; район города. Из исходной базы были удалены квартиры с неполными данными. Для анализа качественные характеристики: материал стен и район города, были заменены числовыми значениями, как это представлено в табл. 1 и табл. 2. В табл. 2 указаны районы города и пригороды, квартиры которых представлены к продаже на сайте компании ОДЕОН. Анализируемая база данных включала сведения о 432 однокомнатных квартирах, предлагаемых на продажу в г. Ростова н/Д на июнь 2011 года.

Таблица 1. Соответствие качественной характеристики «материал стен здания» числовому значению

Материал стен здания	кирпич	панель	каркасно-монолитный
Числовое значение	1	2	3

Таблица 2. Соответствие качественной характеристики «район города»
числовому значению

Районы города	Числовое значение	Районы города	Числовое значение
1 пос. Орджоникидзе	1	Мясниковский	17
2 пос. Орджоникидзе	2	Нариманова	18
2 Пятилетка	3	Нахичевань	19
Аксай	4	Новое поселение	20
Александровка	5	Портовая	21
Аэропорт	6	РИИЖТ	22
Батайск	7	Родионово-Несветайский	23
Болгарстрой	8	Ростовское море	24
Военвед	9	Сельмаш	25
Железнодорожный район (ЖДР)	10	Северный жилой массив (СЖМ)	26
Западный жилой массив (ЗЖМ)	11	Стройгородок	27
Зоопарк	12	Темерник	28
Каменка	13	Фрунзе	29
Комсомольская пл.	14	Центр	30
Лендворец	15	Чкаловский	31
Ленина	16	Янтарный	32

С помощью инструмента анализа данных Описательная статистика Excel была получена сводная таблица основных статистических характеристик для массива данных однокомнатных квартир рис.1.

	Район	Этаж	Кол-во этажей	Материал стен здания	Общая площадь (м ²)	Жилая площадь (м ²)	Площадь кухни (м ²)	Цена (тыс.руб.)
Среднее	18,74537037	5,782407407	10,25925926	1,472222222	39,87037037	19,04861111	9,319444444	2055,625
Стандартная ошибка	0,419652813	0,178395415	0,21933093	0,031747758	0,400657522	0,1453938	0,156802663	27,62767817
Медиана	19	5	10	1	39,5	19	9	1950
Мода	11	2	10	1	40	20	10	1800
Стандартное отклонение	8,722319922	3,707879081	4,55870778	0,659864759	8,327510211	3,021953382	3,25908214	574,2305075
Дисперсия выборки	76,07886483	13,74836728	20,78181662	0,4354215	69,34742631	9,132202243	10,6216164	329740,6758
Эксцесс	-1,553287911	0,094579367	-0,613648286	-0,03196115	1,844531966	8,654744152	4,667118309	8,708155913
Асимметричность	0,143202692	0,798578981	0,230197406	1,076153958	0,926157805	0,865504841	1,42354908	2,187074325
Интервал	30	16	22	2	57	38	25	4950
Минимум	1	1	1	1	20	0	0	1050
Максимум	31	17	23	3	77	38	25	6000
Сумма	8098	2498	4432	636	17224	8229	4026	888030
Счет	432	432	432	432	432	432	432	432

Рис. 1. Основные статистические характеристики однокомнатных квартир

Из рис. 1 видно, что средняя цена за однокомнатную квартиру в г. Ростове н/Д (по данным на 1.07.2011 г.) составляла 2055,625 тыс. руб. при средней общей площади 39,87 м², средней жилой площади 19,05 м² и средней площади кухни 9,32 м². Наиболее «модными» являлись квартиры на втором этаже в десяти этажных домах из кирпича. Минимальная стоимость однокомнатной квартиры равна 1050 тыс. руб., а максимальная – 6000 тыс. руб.

Значение «асимметричность» (рис. 1) показывает, что переменные: площадь кухни, материал стен здания, цена квартиры имеют асимметричные распределения. Это означает, что в распределении чаще встречаются более низкие значения признака, что, безусловно, характерно для вторичного рынка жилья. При этом переменные: общая площадь, жилая площадь, площадь кухни и цена квартиры образуют распределение с положительным эксцессом. Это

указывает на преобладание средних или близких к ним значений. Для переменной «район» эксцесс отрицателен, что соответствует преобладанию в распределении крайних значений одновременно и более низких, и более высоких. Действительно количество квартир продаваемых в районах Центр, Нахичевань и ЗЖМ в разы превышает число квартир в таких районах, как 1 пос. Орджоникидзе, Аэропорт, Болгарстрой, Зоопарк, Новое поселение, РИИЖТ, Стройгородок. Продажа квартир в «модном» ЗЖМ составляет 33,5% от общего числа всех продаваемых однокомнатных квартир. В районах СЖМ, ЖДР, Ленина, Темерник, Чкаловский число продаваемых квартир не превышает по 30 единиц.

Для сравнения влияния на зависимую переменную — цена квартиры различных объясняющих факторов, вычислим матрицу коэффициентов корреляции, состоящую из парных коэффициентов корреляции, характеризующих степень тесноты линейной связи между признаками. Известно, что значение линейного коэффициента корреляции принадлежит промежутку [-1;1]. Чем ближе это значение к единице, тем теснее связь между переменными.

Матрицу парных коэффициентов корреляции переменных рассчитываем, используя инструмент Анализа данных Excel Корреляция.

	Район	Этаж	Кол-во этажей	Материал стен здания	Общая площадь (м ²)	Жилая площадь (м ²)	Площадь кухни (м ²)	Цена (тыс.руб.)
Район	1							
Этаж	0,021526837	1						
Кол-во этажей	0,039417241	0,58355844	1					
Материал стен здания	-0,127408737	0,124595074	0,236876278	1				
Общая площадь (м ²)	0,172356084	0,454519251	0,633331547	0,096034649	1			
Жилая площадь (м ²)	0,151872613	0,188962371	0,24935491	0,04780196	0,673846926	1		
Площадь кухни (м ²)	0,186267671	0,372485875	0,52896795	0,081814943	0,796922652	0,428354379	1	
Цена (тыс. руб.)	0,304842647	0,345044388	0,522331111	0,082005539	0,764324313	0,49111554	0,694127138	1

Рис. 2. Матрица коэффициентов парной корреляции

Представленные на рис. 2 коэффициенты парной корреляции свидетельствуют о наличии или отсутствии линейной связи между переменными. Коэффициент корреляции между ценой и общей площадью показывает, что общая площадь наиболее существенно влияет на цену квартиры. Вторым влияющим фактором на цену квартиры, судя по коэффициенту парной корреляции, является площадь кухни. По остальным коэффициентам парной корреляции можно сделать предварительное заключение, что материал стен здания, район и этаж на котором расположена квартира, менее влияют на её стоимость.

Вывод итогов						
Регрессионная статистика						
Множественный R		0,79712308				
R-квадрат		0,635405205				
Нормированный R-квадрат		0,629385952				
Стандартная ошибка		349,5805011				
Наблюдения		432				
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	7	90302663,91	12900380,56	105,5621242	8,27096E-89	
Остаток	424	51815567,34	122206,5267			
Итого	431	142118231,3				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
У-пересечение	-72,09021771	115,9084852	-0,62195807	0,534303728	-299,9169944	155,736559
Район	11,53907328	1,995985331	5,781141325	1,4404E-08	7,615815171	15,46233138
Эт.	-3,969166337	5,654735197	-0,701919046	0,483114765	-15,08397032	7,145637647
Кол-во Эт.	10,735311	5,613382973	1,912449418	0,056492063	-0,298212104	21,7688341
Матер.	17,53217387	26,60686975	0,658934104	0,510295764	-34,76561402	69,82996176
Площадь общ	35,79911106	4,911559758	7,288745902	1,54262E-12	26,14507385	45,45314826
Площадь жил	1,650861204	8,204486344	0,20121445	0,840627384	-14,47566892	17,77739133
Площадь кух	36,44469686	8,864688537	4,111221359	4,72723E-05	19,02049006	53,86890366

Рис. 3. Вывод итогов регрессионного анализа

С помощью инструмента Анализа данных Excel Регрессия выполним дисперсионный анализ. По результатам дисперсионного анализа, представленного на рис.3, составлено уравнение множественной регрессии

$$\hat{y} = -72,09 + 11,539x_1 - 3,969x_2 + 10,735x_3 + 17,532x_4 + 35,799x_5 + 1,65x_6 + 36,444x_7 \quad (1)$$

где \hat{y} – расчётное (полученное по уравнению регрессии) значение цены однокомнатной квартиры; x_1 - район; x_2 - этаж, на котором расположена квартира; x_3 - количество этажей в доме; x_4 - материал стен здания; x_5 - общая площадь квартиры; x_6 - жилая площадь; x_7 - площадь кухни.

Значения случайных ошибок параметров b_0, b_1, \dots, b_7 с учётом округления: $m_{b_0} = 115,9085$; $m_{b_1} = 1,996$; $m_{b_2} = 5,6547$; $m_{b_3} = 5,6134$; $m_{b_4} = 26,6069$; $m_{b_5} = 4,9116$; $m_{b_6} = 8,2045$; $m_{b_7} = 8,8647$. Они показывают, какие значения данной характеристики сформировались под влиянием случайных факторов. Эти значения используются для расчета t-критерия Стьюдента: $t_{b_0} = -0,622$; $t_{b_1} = 5,781$; $t_{b_2} = -0,702$; $t_{b_3} = 1,912$; $t_{b_4} = 0,659$; $t_{b_5} = 7,289$; $t_{b_6} = 0,201$; $t_{b_7} = 4,111$.

Сравним полученные t-статистики с табличным значением t-критерия Стьюдента $t_{\text{табл}}$. Значение $t_{\text{табл}} = 1,956$ определено на уровне значимости $\alpha = 0,05$ при числе степеней свободы $k = n - p - 1 = 432 - 7 - 1 = 424$ (где n - объём выборки, p - число факторов, влияющих на цену жилья). Значения $t_{b_0}, t_{b_2}, t_{b_3}, t_{b_4}, t_{b_6}$ меньше $t_{\text{табл}}$, что означает статистическую незначимость коэффициентов b_0, b_2, b_3, b_4, b_6 . Эти величины сформировались под воздействием случайных причин и факторы x_2, x_3, x_4, x_6 силу влияния, которых оценивают данные коэффициенты можно исключить, как несущественные. Величина b_0 , оценивающая агрегированное влияние прочих неучтённых в модели факторов, также является незначимой. Коэффициенты b_1, b_5, b_7 указывают, что с увеличением x_1, x_5, x_7 их значений на единицу результат увеличивается соответственно на 11,539, на 35,799 и на 36,444 тыс. руб.

Нескорректированный коэффициент детерминации $R^2_{y,x_1,\dots,x_7} = 0,6354$ оценивает долю вариации результата на 63,54% за счет представленных в уравнении факторов. Скорректированный коэффициент детерминации $\hat{R}^2_{y,x_1,\dots,x_7} = 0,6294$ определяет тесноту связи, которая не зависит от числа факторов в модели и поэтому может сравниваться по разным моделям с разным числом факторов. Оба коэффициента подтверждают детерминированность результата (более 60%) от факторов: $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$.

Оценку надёжности уравнения регрессии в целом даёт F-Критерий Фишера. По данным дисперсионного анализа $F_{\text{факт.}}=105,562$ (рис. 3). Табличное значение $F_{\text{табл.}}$ на уровне значимости $\alpha=0,05$ при количестве влияющих факторов равном 7 и числе степеней свободы $k=424$ составляет $F_{\text{табл.}}=2,031$, то есть $F_{\text{факт.}}>F_{\text{табл.}}$.

Таким образом, построенная множественная модель с факторами x_1, x_2, \dots, x_7 и $R^2_{y,x_1,\dots,x_7} = 0,6354$ содержит неинформативные факторы x_2, x_3, x_4, x_7 . Если эти факторы исключить, то можно ограничиться следующим уравнением

$$\hat{y} = 11,539x_1 + 35,799x_5 + 36,444x_7 \quad (2)$$

Уравнение (2) более простое, хорошо детерминировано $\hat{R}^2_{y,x_1,\dots,x_7} = 0,6294$, пригодно для анализа и для прогноза.

Вычислив прогнозные значения по формулам (1), (2) найдём величину средней ошибки аппроксимации \bar{A} по формуле: $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum |y - \hat{y}| \cdot 100\%$, здесь y - фактическое значение цены квартиры. Качество построенной модели можно считать удовлетворительным, так как при использовании регрессионного уравнения (1) величина средней ошибки аппроксимации имеет значение $\bar{A} = 11\%$. В случае вычисления значения \hat{y} по формуле (2) $\bar{A} = 11,57\%$.

Если построить регрессионное уравнение, только исходя из того, что парный коэффициент корреляции между общей площадью квартиры и её ценой принимает наибольшее значение равное 0,764 то, пренебрегая остальными параметрами в силу того, что их коэффициенты парной корреляции с параметром цена квартиры имеют значения меньше чем 0,764, получим уравнение парной регрессии.

$$\hat{y} = -45,73 + 52,705x_5 \quad (3)$$

Уравнение (3) является статистически значимым по F-критерию Фишера, так как $F_{\text{факт.}}=604,13$, а табличное значение на уровне значимости $\alpha=0,05$ числе степеней свободы $k=n-p-1=432-1-1=430$ составляет $F_{\text{табл.}}=3,017$, то есть $F_{\text{факт.}}>F_{\text{табл.}}$. Однако уменьшение количества параметров не приводит к улучшению модели, в этом случае $\bar{A} = 11,97\%$.

Итак, для использованной исходной базы, регрессионное уравнение (1) наилучшим образом описывает расчётное значение стоимости однокомнатной квартиры. При сравнении прогнозных значений вычисленных по уравнению (1) с фактическими данными получили, что на 44,7% квартир фактическая цена завышена, на 43,1% - занижена и на 12,2% - находится в интервале между расчётными значениями стоимости однокомнатной квартиры, полученными по формулам (1), (2). Иными словами квартирный рынок на 44,7% перегрет, а 43,1% квартир по каким-то причинам продаются по заниженной цене. Такими причинами могут быть неуч-

тённые факторы: количество лет эксплуатации дома, наличие лоджии или балкона, совмещённые санузлы и другие параметры квартиры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горгорова В.В., Кондратьева Т.Н. Анализ цен однокомнатных квартир, «Строительство-2012»: Материалы Международной научно-практической конференции.- Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2012, 162-164 с.
2. Муравьева М.П. Количественная оценка зависимостей индикаторов рынка труда, «Строительство-2012»: Материалы Международной научно-практической конференции.- Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2012, 172-174 с.
3. Сайт компании ОДЕОН <http://www.odeon-an.ru/>