

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАРТИР В НОГИНСКОМ РАЙОНЕ

Руручкина М.А., руководитель Орлова И.В.

Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

В данной работе выполнено эконометрическое моделирование стоимости квартир на вторичном рынке в Ногинском районе Московской области.

Происходящие в Российской Федерации процессы перехода к рыночной модели экономики возродили права частной собственности и свободу предпринимательства, позволяющие субъектам рынка владеть, распоряжаться и пользоваться объектами недвижимости.

Необходимым элементом рыночной экономики выступает институт независимой оценки собственности, без которого невозможно становление права собственности и демократизации экономической жизни.

В первую очередь это касается рынка недвижимости, развитие которого может определить в перспективе характер изменений всей экономики.

Таким образом, проблема формирования объективной стоимости квартир является для меня очень интересной и полезной.

Для исследования мной был выбран Ногинский район. Это административно-территориальная единица и муниципальное образование на северо-востоке Московской области России. Цены на квартиры здесь ниже, чем в Москве, но все же не такие низкие, как во многих других городах, более отдаленных от Центрального федерального округа.

В качестве источника исходных данных для эконометрического моделирования стоимости квартир в Ногинском районе мной было выбрано агентство недвижимости «Веста», где представлена информация о стоимости квартир на ноябрь 2013 года.

Факторами, оказывающими влияние на стоимость квартир, являются тип дома, в котором расположена квартира, жилая площадь квартиры, тип санузла, наличие горячей/холодной воды и наличие балкона в квартире.

Кроме того, было произведено введение фиктивных переменных:

- тип дома панельный обозначен «0», кирпичный «1»;
- санузел смешанный обозначен «0», раздельный «1»;
- наличие горячей/холодной воды в квартире обозначено «1», отсутствие «0»;
- наличие балкона обозначено «1», отсутствие «0».

Всего выбрано 73 наблюдения в квартирах с 1 и 2 комнатами, поскольку в Ногинском районе квартиры с большим количеством комнат встречаются слишком редко и являются скорее исключением.

Для определения корреляционной зависимости между стоимостью квартиры (Y) и имеющимися переменными, оказывающими на неё влияние (X_j) следует построить матрицу коэффициентов парной корреляции между всеми имеющимися переменными (Таблица 1).

Таблица 1

Матрица коэффициентов парной корреляции между всеми имеющимися переменными

	стоимость (тыс.руб.)	дом	площадь жилая	санузел	вода	балкон
стоимость (тыс.руб.)	1					
дом	-0,06274	1				
площадь жилая	0,699601	-0,2309	1			
санузел	0,572171	-0,1138	0,451305	1		
вода	0,329812	-0,0351	0,118267	0,315592	1	
балкон	0,230813	0,01707	-0,05631	0,134978	0,218664	1

Из данной таблицы можно сделать выводы, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Анализ коэффициентов корреляции между результирующим признаком y и каждым из факторов x_j

r(y,x ₁)	-0,06	< 0 =>	между переменными y и x ₂ наблюдается обратная корреляционная зависимость: цены на квартиры выше в среднем в панельных домах
r(y,x ₂)	0,70	> 0,4 =>	между переменными y и x ₃ наблюдается прямая корреляционная зависимость: цены на квартиры выше в больших квартирах
r(y,x ₃)	0,57	> 0,4 =>	между переменными y и x ₄ наблюдается прямая корреляционная зависимость: цены на квартиры выше в квартирах с санузлом
r(y,x ₄)	0,33	< 0,4 =>	корреляционная зависимость слабая
r(y,x ₅)	0,23	< 0,4 =>	корреляционная зависимость слабая

Оценка значимости коэффициента корреляции при малых объемах выборки выполняется с использованием t-критерия Стюдента, который рассчитывается по формуле:

$$t = \sqrt{\frac{r^2(n-2)}{1-r^2}}, \text{ где}$$

n – количество наблюдений (n = 73).

Полученные значения t-критерия Стюдента в дальнейшем сравниваются с критическим значени-

ем $t_{кр}$, которое можно найти с помощью функции СТЬЮДРАСПОБР при уровне значимости $\alpha = 1\%$ и числе степеней свободы $k = n - 2 = 73 - 2 = 71$. Таким образом, $t_{кр} = 2,65$.

Выводы по оценке значимости коэффициента корреляции представлены в таблице 3.

Таблица 3

Анализ значимости коэффициента корреляции

$t(r(y, x_1))$	0,53	$< 2,65 \Rightarrow$	следовательно коэффициент $r(y, x_1)$ не является значимым. На основании выборочных данных нет оснований утверждать, что зависимость между стоимостью квартиры y и видом дома x_1 существует.
$t(r(y, x_2))$	8,25	$> 2,65 \Rightarrow$	На уровне значимости 1% выборочные данные позволяют сделать вывод о наличии линейной корреляционной зависимости между признаками y и x_2 . Зависимость между стоимостью квартиры y и площадью квартиры x_2 является достоверной.
$t(r(y, x_3))$	5,88	$> 2,65 \Rightarrow$	На уровне значимости 1% выборочные данные позволяют сделать вывод о наличии линейной корреляционной зависимости между признаками y и x_3 . Зависимость между стоимостью квартиры y и наличием санузла в квартире x_3 является достоверной.
$t(r(y, x_4))$	2,94	$> 2,65 \Rightarrow$	На уровне значимости 1% выборочные данные позволяют сделать вывод о наличии линейной корреляционной зависимости между признаками y и x_4 . Зависимость между стоимостью квартиры y и наличием г/х воды в квартире x_4 является достоверной.
$t(r(y, x_5))$	2,00	$< 2,65 \Rightarrow$	следовательно коэффициент $r(y, x_5)$ не является значимым. На основании выборочных данных нет оснований утверждать, что зависимость между стоимостью квартиры y и наличием балкона в квартире x_5 существует.

Таким образом, наиболее тесная и значимая зависимость наблюдается между стоимостью квартиры y и жилой площадью квартиры x_3 .

Проверка переменных на мультиколлинеарность производится с помощью построения матрицы парных корреляций (Таблица 4)

Таблица 4

Проверка переменных на мультиколлинеарность

	стоимость (тыс.руб.)	дом	площадь	санузел	вода	балкон
стоимость (тыс.руб.)	1					
дом	-0,06274	1				
площадь	0,699601	-0,2309	1			
санузел	0,572171	-0,1138	0,451305	1		
вода	0,329812	-0,0351	0,118267	0,315592	1	
балкон	0,230813	0,01707	-0,05631	0,134978	0,21866	1

Из данной таблицы видно, что коэффициенты парной корреляции между переменными меньше 0,8, следовательно, явление мультиколлинеарности не установлено.

Для построения модели стоимости квартир в Ногинской области изначально следует исключить параметры, оказывающие незначительное влияние. Это

следует делать пошагово, исключая параметры один за одним с использованием протокола выполнения регрессионного анализа.

Изначально создается протокол выполнения регрессионного анализа для всех исследуемых параметров (Таблица 5).

Таблица 5

Фрагмент протокола выполнения регрессионного анализа для всех исследуемых параметров

	Коэфф-ты	Станд. ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Стоимость	916,95	231,73	3,96	0,00	454,41	1379,49
дом	237,85	164,94	1,44	0,15	-91,38	567,09
площадь	46,72	6,36	7,34	0,00	34,01	59,42
санузел	400,77	145,14	2,76	0,01	111,08	690,46
вода	272,17	147,68	1,84	0,07	-22,61	566,94
балкон	394,86	147,59	2,68	0,01	100,27	689,45

Из данного протокола видно, что наименьшее влияние на стоимость квартир оказывает тип дома, в котором квартира расположена. Значение t-статистики этого параметра меньше $t_{кр} = 2,65$, кроме того нижние и верхние границы 95%-х доверительных ин-

тервалов его проходят через 0. Этот параметр из дальнейших расчетов следует исключить.

Далее проводится оценка значимости оставшихся коэффициентов, каждый раз создавая новый протокол выполнения регрессионного анализа для оставшихся исследуемых параметров.

Таким образом, исключается параметр наличия в квартире горячей/холодной воды.

Далее следует создать новый протокол выполнения регрессионного анализа для оставшихся параметров (Таблица 6)

Таблица 6

Фрагмент протокола выполнения регрессионного анализа для параметров x_2 , x_3 , x_5

	Коэфф-ты	Станд. ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Стоимость	1138,18	216,35	5,26	0,00	706,57	1569,80
площадь жилая	44,84	6,39	7,02	0,00	32,09	57,58
санузел	469,56	143,34	3,28	0,00	183,61	755,51
балкон	446,54	148,60	3,00	0,00	150,08	743,00

Ни один из показателей не проходит через 0, кроме того значения t-статистики всех показателей больше чем t критическое = 2,65. Следовательно, все оставшиеся показатели являются значимыми. Значит, площадь квартиры, тип санузла и наличие балкона являются параметрами, оказывающими влияние на формирование стоимости квартиры.

Полученная модель выглядит следующим образом:

$$Y = 1138,18 + 44,84X_2 + 469,56X_3 + 446,54X_5$$

Из полученной модели можно сделать следующие выводы:

коэффициент регрессии $b_1 = 44,84$, следовательно, стоимость квартиры в среднем возрастает на 44,84 тыс. руб. при увеличении ее площади на 1 м²;

коэффициент регрессии $b_2 = 469,56$, значит, стоимость квартиры в среднем возрастает на 469,56 тыс. руб., если санузел в квартире раздельный;

коэффициент регрессии $b_3 = 446,54$, значит, стоимость квартиры в среднем возрастает на 446,54 тыс. руб., если в квартире имеется балкон.

По фактическим данным рассчитанные значения отражают действительность, что отражено в выводах к данной работе.

Для оценки значимости полученной модели следует рассчитать значение F-критерия Фишера с помощью следующей формулы:

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - k - 1)}$$

Расчетное значение F-критерия Фишера для полученной модели составляет 37,77. Если необходимо сравнить с табличным значением F-критерия, который можно найти с помощью функции ГРАСПОБР, где количество степеней свободы равно $v_1 = k = 2$, $v_2 = n - k - 1 = 73 - 2 - 1 = 70$. Табличное значение F-критерия составляет 2,74.

Поскольку $F_{расч} > F_{табл}$, уравнение регрессии следует признать значимым, то есть его можно использовать для анализа и прогнозирования.

Для оценки точности модели необходимо проанализировать фрагмент протокола выполнения регрессионного анализа в части остатков и посчитать относительные погрешности по формуле:

$$E_{отн. i} = \left| \frac{\text{Стоимость факт.}}{\text{Остатки}} \right| * 100\%$$

Средняя относительная погрешность модели составляет 13,39%, что меньше критической погрешности равной 15%. Следовательно, точность модели является удовлетворительной.

Далее для каждого коэффициента регрессии следует вычислить коэффициент эластичности по формуле:

$$\varepsilon_j = \hat{a}_j \cdot \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}$$

Для полученной модели коэффициенты эластичности получаются следующие:

$$\varepsilon_2 = 0,43$$

$$\varepsilon_3 = 0,08$$

$$\varepsilon_5 = 0,11$$

Коэффициент эластичности показывает, что при увеличении общей площади на 1%, стоимость квартиры увеличится на 0,43%.

Также необходимо вычислить бетта-коэффициент по следующей формуле:

$$\beta_j = \hat{a}_j \cdot \frac{S_{x_j}}{S_y}$$

В данном случае бетта-коэффициент принимают следующие значения:

$$\beta_2 = 0,59$$

$$\beta_3 = 0,55$$

$$\beta_5 = 0,52$$

Бетта-коэффициент показывает, что при увеличении общей площади на 11,21 квадратных метра, стоимость квартиры увеличится на 502,57 тыс.руб.; при изменении типа санузла на раздельный, стоимость квартиры увеличится на 469,56 тысяч рублей, при наличии балкона стоимость квартиры увеличится на 446,54 тыс.руб.

Кроме того, надо рассчитать дельта коэффициенты по формуле:

$$\Delta_j = r_{y, x_j} \cdot \beta_j / R^2$$

Для модели дельта коэффициенты получаются следующие:

$$\Delta_2 = 0,66$$

$$\Delta_3 = 0,51$$

$$\Delta_5 = 0,19$$

Дельта коэффициенты показывают долю влияния каждого фактора в суммарном влиянии всех факторов. Наиболее влиятельным фактором является общая площадь квартиры x_2 .

Резюмируя все проведенные выше расчеты, можно сказать, что в Ногинском районе стоимость квартиры зависит в основном от трех параметров: от жилой площади, типа санузла и наличия балкона.

Конечно, наиболее значимым параметром является жилая площадь. Как показали расчеты, в среднем стоимость квартиры возрастает на 44,84 тыс. руб. при увеличении ее жилой площади на 1 м². Это подтверждается проведенным анализом рынка жилья Ногинского района.

С 2006 года в состав района входят 10 муниципальных образований: 5 городских поселений — 5 сельских поселений:

- пгт им.Воровского
- г.Ногинск
- пгт Обухово
- г.Старая Купавна
- г.Электроугли
- д. Аксёно-Бутырки
- д. Большое Буньково
- с. Мамонтово
- д. Стийпаново
- с. Ямкино

В г.Ногинск согласно данным риэлтерской компании «Realty.dmir.ru» средняя стоимость 1 м² составляет 61 781 руб.

Эксперты компании «Метриум Групп» в сентябре 2013 года проанализировали рынок жилья ближнего Подмосковья. Итоги этого анализа показали, что в Электроуглях на текущий момент реализуется два проекта: ЖК «Светлый Город» и ЖК на ул. Школьная. Средняя цена квадратного метра в городе — 45 500 руб. В г.Старая Купавна же квартиры стоят дороже, в среднем квадратный метр здесь стоит **52 200** руб. На локальном рынке сейчас представлено три комплекса: ЖК «Купавино», мкр. «Новое Бисерово» и ЖК на ул. Шевченко.

Что касается средней стоимости м² в пгт Обухово, то здесь она варьируется от 6517 руб. до 18940 руб согласно данным агентства недвижимости «Тревит».

Другие муниципальные образования Ногинского района рассматривать не стоит, поскольку в основном многоквартирных домов там нет, и люди преимущественно живут в собственных домах.

Таким образом, фактическая средняя стоимость 1 м² в г.Ногинск, г.Электроугли, г. Старая Купавна и пгт Обухово составляет 43052,38, что достаточно близко к полученному в модели значению равному 44,84 тыс.руб.

Вторым по значимости параметром, влияющим на стоимость квартиры, является тип санузла. В Ногинском районе остро стоит этот вопрос, так как в большинстве квартир санузел по-прежнему совмещенный, что может доставлять неудобства.

Список литературы

1. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2013. — 389 с.
2. Данные агентства недвижимости «Веста»: <http://vestarealty.ru/> (ноябрь 2013г.)
3. Данные компании «Метриум Групп» <http://www.metrium.ru/news/detail/16095/> (сентябрь 2013г.)
4. Данные агентства недвижимости «Тревит» <http://ru.trovit.com/nedvizhimost/> (декабрь 2013г.)
5. Данные риэлтерской компании «Realty.dmir.ru» <http://realty.dmir.ru/> (декабрь 2013)

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ, ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ

Нан-Хоо О.С.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Процесс производства любого продукта связан с потреблением разнообразных ресурсов. В число ресурсов входит все, что требуется для производственной деятельности, — сырье и материалы, труд, энергия, оборудование и другое.

Зависимость количества продукта, которое может произвести фирма, от объемов затрат ресурсов получила название **производственной функции**. [1]

Производственную функцию можно построить как для отдельной фирмы или отрасли, так и в целом для всей национальной экономики.

В целях моделирования реальных производственных процессов на практике наиболее часто используют два вида таких функций: линейную и функцию Кобба-Дугласа.

Линейная производственная функция строится в тех случаях, когда величина затрат пропорциональна объему выпуска.

Функция Кобба — Дугласа показывает зависимость объема производства от создающих его факторов производства — затрат труда и капитала. [2]

Общий вид функции: $Q = A \cdot L^a \cdot K^b$, где

A — технологический коэффициент;

a — коэффициент эластичности по труду;

b — коэффициент эластичности по капиталу.

Построение производственных функций позволяет:

1. Производить аналитические расчеты;
2. Оценивать эффективность использования и целесообразность дополнительного вовлечения ресурсов в производственный процесс;
3. Прогнозировать объем выпуска при различных вариантах развития объекта (то есть при различных количествах ресурсов).

Практический пример построения производственной функции.

Используя данные по производству электроэнергии, газа и воды в Сибирском Федеральном округе (см. рисунок 1) [3] построить производственную функцию, описывающую зависимость объема производства электроэнергии, газа и воды в Сибирском Федеральном округе от факторов «труд» и «капитал»:

$Y = a_0 \cdot K^{a_1} \cdot L^{a_2}$, где Y — объем производства электроэнергии, газа и воды; K — основные фонды;

L — трудовой фактор, численность промышленно-производственного персонала (ППП).

Для того, чтобы построить данную модель, необходимо для начала произвести линейаризацию переменных, для чего прологарифмируем обе части уравнения:

$$\ln Y = \ln a_0 + a_1 \ln K + a_2 \ln L$$

В начальной (мультипликативной) модели a_0 принимается равным единице. В литературе экономического содержания параметр a_0 интерпретируется как коэффициент нейтрального технического прогресса. (Нейтральный технический прогресс определяется такими техническими изменениями, которые не нарушают равновесия, то есть экономически и социально «безопасны» для общества). [4]

Рассчитаем параметры регрессионной модели (см. рис 2).