
РЕГИОНАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ

**ГОТОВНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ МОСКВЫ ПЛАТИТЬ
ЗА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

© 2010 г. П.К. Катышев, О.А. Эйсмонт

(Москва)

Одной из наиболее острых проблем современных крупных городов, включая Москву, является загрязнение окружающей среды. Реализация соответствующих экологических проектов требует значительных инвестиций, при этом эффективность подобных проектов зависит от готовности жителей платить (за счет бюджетных средств) за повышение качества окружающей среды. Поэтому оценка готовности платить за качество окружающей среды представляет значительный интерес. Для подобных оценок используется теория гедонистических моделей, в рамках которых определяется зависимость цены некоторого рыночного товара (например, квартиры) от его характеристик, включающих, в частности, качество окружающей среды. На основе гедонистической модели в работе получены статистически значимые оценки готовности жителей Москвы платить за качество окружающей среды.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, экологические проекты, качества окружающей среды, гедонистические модели, жители Москвы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблема загрязнения окружающей среды стала в последние десятилетия одной из наиболее важных для крупных городов во всех странах мира. В этом отношении Москва не является исключением. Хотя за последние 10–15 лет число промышленных предприятий в Москве заметно сократилось, стремительный рост вредных выбросов, вызванный значительным увеличением числа автомобилей, более чем компенсировал сокращение промышленных выбросов. Высокий уровень загрязнения воздуха – один из основных факторов, оказывающих отрицательное влияние на качество жизни москвичей. Несмотря на ряд мер, направленных на сокращение вредных выбросов, экологическая обстановка в Москве остается неблагоприятной. Учитывая, что улучшение качества окружающей среды сопряжено со значительными затратами, финансируемыми большей частью из городского бюджета, важно знать, насколько эффективны эти затраты. Эффективность проектов, направленных на оздоровление экологической обстановки, зависит от готовности жителей Москвы платить (за счет бюджета) за улучшение качества окружающей среды.

Пусть существует некоторый проект, реализация которого силами городских властей позволит сократить вредные выбросы на определенную величину. Реализация проекта сопряжена с затратами из городского бюджета. Возникает вопрос, насколько эффективен рассматриваемый проект. Ответ на него зависит не только от затрат на реализацию проекта, но и от того, как население оценивает улучшение качества окружающей среды в результате осуществления проекта, причем эта оценка должна иметь количественный характер. Если суммарная готовность населения, которого напрямую затрагивает проект, платить за улучшение качества окружающей среды выше затрат на реализацию проекта, то такой проект можно считать экономически эффективным. Здесь следует подчеркнуть, что речь не идет о том, что население непосредственно платит свои деньги за улучшение качества окружающей среды. Заметим, что не рассматривается случай, когда в существующих до реализации проекта условиях уровень загрязнения окружающей среды превосходит предельно допустимый, устанавливаемый санитарными нормами (в таких условиях проект должен быть реализован независимо от экономических соображений). Оценка готовности населения платить за качество окружающей среды заключается в том, что не существует отдельного рынка, на котором бы торговали качеством окружающей среды, т.е. население не может непосредственно купить на рынке чистый воздух (мы не принимаем во внимание экзотические примеры продажи чистого воздуха в бутылках). Соответственно не существует

рыночной цены “чистого” воздуха. Для решения подобных проблем начиная с 1970-х годов в различных странах мира стали разрабатывать так называемые гедонистические модели (hedonic models). Суть этих моделей заключается в том, чтобы оценить готовность населения платить за качество окружающей среды на основе рыночных цен товаров, которые в свою очередь зависят от качества окружающей среды. Таким товаром могут служить, например, квартиры, для которых существует соответствующий рынок. Понятно, что чем выше качество окружающей среды, тем больше при прочих равных условиях потребитель готов заплатить за квартиру. Хотя эмпирические исследования оценки готовности потребителей платить за качество окружающей среды проводились достаточно давно, научно обоснованный подход к решению этой проблемы был впервые изложен в работе (Rosen, 1974).

С тех пор опубликовано большое число работ по этой проблеме (см., например, монографии (Braden, Kolstad, 1998; Champ, Boyle, Brown, 2003)). Что касается подобных работ о российских условиях, то, пожалуй, единственной является (Shcherbich, 1998). В этой работе качество окружающей среды определялось не в зависимости от концентрации соответствующих вредных веществ, а фактически экспертным путем, в соответствии с некоторыми агрегированными оценками качества, что учитывало скорее качественные, чем количественные показатели. В результате для некоторых рассмотренных в работе регрессий была найдена статистически значимая связь цены квартиры с уровнем качества окружающей среды.

В настоящей работе, используя гедонистическую модель, оценивается готовность жителей Москвы платить за качество окружающей среды на основе данных станций слежения за концентрацией вредных веществ в атмосфере и анализа рынка квартир. Отметим, что используемый в работе термин “готовность платить” представляет собой перевод уже устоявшегося в англоязычной литературе термина “willingness to pay”.

2. ТЕОРИЯ ГЕДОНИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Предполагается, что имеются дифференцированные товары (например, квартиры), которые характеризуются некоторым вектором характеристик:

$$\vec{z} = (z_1, \dots, z_n), \quad (1)$$

при этом увеличение значений характеристик благоприятно для потребителя.

Цена этого дифференцированного товара является функцией его характеристик, называемой гедонистической функцией $P = P(\vec{z})$. Эта цена определяется на рынке в результате взаимодействия потребителей с компаниями, производящими дифференцированные товары. Потребители различаются своими социально-экономическими характеристиками, представляемыми некоторым вектором $\vec{\alpha}$. Потребитель потребляет характеристики дифференцированного товара, а также некоторый агрегированный однородный товар, включающий все остальные (кроме выделенного дифференцированного) товары, при этом объем потребления агрегированного товара равен x . Тогда функция полезности потребителя может быть представлена в виде

$$U(x, z_1, \dots, z_n). \quad (2)$$

Предполагается, что функция полезности обладает всеми обычными свойствами.

Потребитель располагает доходом y и приобретает товары в пределах своего ограниченного бюджета, который можно представить в виде

$$x + P(z_1, \dots, z_n) = y, \quad (3)$$

где цена агрегированного товара нормирована на единицу, так что цена дифференцированного товара определяется относительно цены агрегированного товара.

Рациональный потребитель стремится к максимизации своей полезности при соблюдении бюджетного ограничения, т.е. решает следующую задачу:

$$\max_{x, z_1, \dots, z_n} U(x, z_1, \dots, z_n) \quad (4)$$

при условии (3). Необходимые условия для задачи максимизации (4) и (3) имеют вид

$$\frac{\partial U / \partial z_i}{\partial U / \partial x} = \frac{\partial P}{\partial z_i}. \quad (5)$$

Поведение потребителя характеризуется функцией $\theta(\vec{z}, u, y, \alpha)$, отражающей готовность потребителя заплатить за дифференцированный товар с характеристиками $\vec{z}$ при заданных значениях дохода y и уровня полезности u цену, равную θ . Эта функция определяется неявно следующим уравнением:

$$U(y - \theta, z_1, \dots, z_n, \alpha) = u. \quad (6)$$

Можно показать, что функция $\theta(\vec{z}, u, y, \alpha)$ является возрастающей и вогнутой по характеристикам $(z_1, \dots, z_n)$ и убывающей по заданному уровню полезности u . Из уравнений (6), (5) можно получить

$$\frac{\partial \theta}{\partial z_i} = \frac{\partial U / \partial z_i}{\partial U / \partial x} = \frac{\partial P}{\partial z_i}. \quad (7)$$

Таким образом, предельная готовность потребителя платить за единичное улучшение характеристики равна изменению цены дифференцированного товара при единичном улучшении его характеристики.

На другой стороне рынка действуют производители дифференцированного товара, которые выбирают набор характеристик $-(z_1, \dots, z_n)$ и количество производимого дифференцированного товара $-N$. Их издержки могут различаться в случае различий в используемых технологиях и ценах используемых производственных факторов. Тогда функция издержек может быть представлена в виде $C(N, \vec{z}, \vec{\beta})$, где $\vec{\beta}$ – вектор, компоненты которого отражают технологические особенности компаний и цены используемых ими производственных факторов. Предполагается, что улучшение каждой характеристики сопряжено с ростом издержек. Выражение для прибыли компании имеет вид

$$\pi = NP(\vec{z}) - C(N, \vec{z}, \vec{\beta}). \quad (8)$$

Из условия максимизации прибыли в условиях конкурентного рынка (т.е. когда компания рассматривает цену дифференцированного товара заданной экзогенно) следует, что цена дифференцированного товара равна предельным издержкам его производства, а предельная цена каждой характеристики – предельным издержкам приращения значения характеристики дифференцированного товара:

$$P(\vec{z}) = \frac{\partial C}{\partial N}, \quad (9)$$

$$\frac{\partial P}{\partial z_i} = \frac{1}{N} \frac{\partial C}{\partial z_i}. \quad (10)$$

Поведение компаний характеризуется функцией $\varphi(\vec{z}, \pi, \vec{\beta})$, где φ – цена предлагаемого компанией дифференцированного товара с набором характеристик $\vec{z}$ при заданных значениях прибыли π и технологических особенностей компании, которые отражаются вектором $\vec{\beta}$.

Равновесные цены дифференцированных товаров определяются из условия взаимодействия потребителей с производителями, которые стремятся к максимизации своих полезностей и прибылей соответственно. На рис. 1 графически представлена так называемая диаграмма Розена, которая демонстрирует процесс формирования равновесных цен дифференцированных товаров, различающихся значениями лишь одной характеристики $-z_1$, при условии, что все остальные характеристики остаются неизменными.

На рис. 1 изображены линии постоянной полезности потребителей типа k ($k = 1, 2$) – $\theta^k(z_1, \dots, z_n^*, u, y, \alpha)$ при изменении характеристики z_1 и постоянстве значений всех остальных характеристик $(z_2^*, \dots, z_n^*)$ для двух значений функции полезности u_0^k и u_1^k ($u_0^k < u_1^k$). Представлены, кроме того, линии постоянной прибыли компаний типа j ($j = 1, 2$) – $\varphi^j(z_1, \dots, z_n^*, \pi, \vec{\beta})$ при изменении характеристики z_1 и постоянстве значений всех остальных характеристик $(z_2^*, \dots, z_n^*)$ для двух

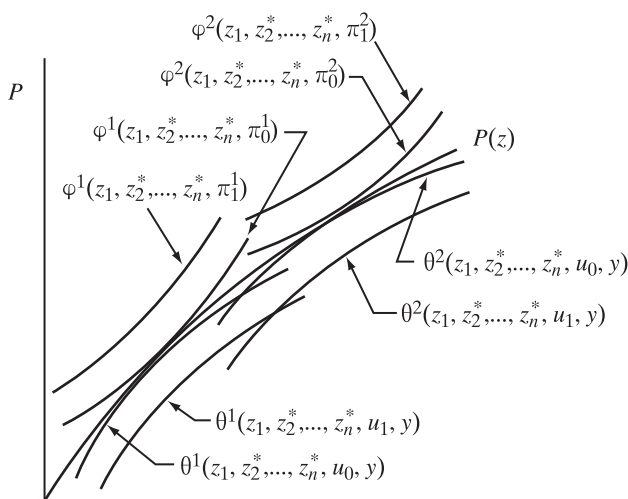


Рис. 1. Равновесные гедонистические цены (Braden, Kolstad, 1998)

значений прибыли π_0^j и π_1^j . Увеличение заданного уровня полезности потребителей ведет к смещению кривой постоянной полезности на “юго-восток”, а увеличение заданной прибыли компаний – к смещению кривой постоянной прибыли на “северо-запад”. Равновесие достигается в точках касания этих кривых, при этом функция $P(z_1, \dots, z_n^*)$ соответствует множеству равновесных точек. Таким образом, предельная цена дифференцированного товара по характеристике z_1 (т.е. цена характеристики z_1) равна предельной готовности потребителя заплатить за улучшение этой характеристики:

$$\partial P(\vec{z}) / \partial z_1 = \partial \theta / \partial z_1. \quad (11)$$

Следовательно, для того чтобы определить готовность потребителя платить за улучшение характеристики (например, качества окружающей среды), необходимо знать функцию $P = P(\vec{z})$.

Если в результате реализации проекта изменение соответствующей характеристики Δz_i относительно мало, то изменение благосостояния каждого домохозяйства будет равно

$$\Delta W = \left. \frac{\partial P(\vec{z})}{\partial z_i} \right|_{z_i = z_i^0} \Delta z_i, \quad (12)$$

где z_i^0 – начальное значение характеристики i . Такой же результат получается, если функция $P = P(\vec{z})$ линейна по характеристике i .

Если же эффект от реализации проекта по улучшению качества окружающей среды приводит к существенному изменению соответствующей характеристики от ее начального значения z_{1k}^0 до конечного z_{1k}^1 (где индекс k обозначает различные домохозяйства района, затрагиваемые реализацией проекта), тогда совокупное изменение благосостояния жителей рассматриваемого района определяется следующим образом:

$$\Delta W = \sum_{k=1}^m [P_k(z_{1k}^1, \dots, z_{nk}^0) - P_k(z_{1k}^0, \dots, z_{nk}^0)], \quad (13)$$

а эффективность экологического проекта – выражением

$$E = \sum_{k=1}^m [P_k(z_{1k}^1, \dots, z_{nk}^0) - P_k(z_{1k}^0, \dots, z_{nk}^0)] - TC, \quad (14)$$

где TC – затраты на реализацию проекта.

Далее для анализа готовности жителей Москвы платить за качество окружающей среды в качестве дифференцированного товара рассматриваются квартиры.

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В качестве исходных использовались данные 2008 г. о вторичном рынке квартир (2609 квартир), приведенные на сайте агентства недвижимости «Домострой»¹. Подчеркнем, что цены на квартиры, которые используются в данной работе, являются ценами предложения. Цены реальных сделок, к сожалению, как правило, недоступны (во всяком случае для достаточно большого числа наблюдений). Это обстоятельство может вносить некоторые искажения в результаты

¹ См. <http://www.domostroy.ru>.

оценок, однако не мешает выявлять значимые факторы, влияющие на ценообразование. Предполагается, что основным экологическим фактором, в наибольшей мере влияющим на выбор квартир жителями Москвы, является качество воздуха. Для построения эконометрических моделей оценивания гедонистической функции цен с учетом состояния окружающей среды необходимо иметь экологическую карту Москвы с указанием уровней концентрации загрязняющих воздух веществ по территории города. Подобные карты оказались, к сожалению, недоступны. Поэтому пришлось ограничиться данными, характеризующими экологическую обстановку в Москве, представленными на сайте организации Мосэкомониторинг², который пока находится в состоянии разработки. Эти данные основаны на наблюдениях станций экологического мониторинга, расположенных в определенных точках Москвы. Станции фиксируют концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Хотя их данные не имеют регулярного характера и не покрывают в достаточной степени всю территорию Москвы, тем не менее, используя их, удалось приближенно определить уровень загрязнения воздуха вблизи каждой из имеющихся в базе данных квартиры. Пригодной к использованию оказалась лишь информация о концентрациях окиси углерода (CO), окиси азота (NO) и двуокиси азота (NO₂).

Ниже приведен набор характеристик, оказывающих (в рамках принятых моделей) основное влияние на цены квартир в Москве: *PRICE* – цена квартиры (тыс. долл.); *TOTSP* – общая площадь (м²); *LIVESP* – жилая площадь (м²); *KITSP* – площадь кухни (м²); *DOSP* = *TOTSP* – *LIVESP* – *KITSP* – площадь вспомогательных помещений (м²); *DIST* – расстояние до центра от ближайшей станции метро (км); *METRDIST* – время движения до ближайшей станции метро либо на транспорте, либо пешком (мин); *FLOORS* – число этажей в доме; *FLOOR* – этаж квартиры; *ROOMS* – число комнат.

Фиктивные переменные:

$$WALK = \begin{cases} 1, & \text{если до метро надо добираться пешком;} \\ 0, & \text{если на транспорте;} \end{cases}$$

$$FLOOR_1 = \begin{cases} 1, & \text{если квартира на первом этаже;} \\ 0, & \text{если на любом другом этаже;} \end{cases}$$

$$FLOOR_L = \begin{cases} 1, & \text{если квартира на последнем этаже;} \\ 0, & \text{если на любом другом этаже;} \end{cases}$$

$$BLOCK = \begin{cases} 1, & \text{если дом блочный;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

$$BRICK = \begin{cases} 1, & \text{если дом кирпичный;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

$$PANEL = \begin{cases} 1, & \text{если дом панельный;} \\ 0 & \text{из любого другого материала;} \end{cases}$$

$$MONO = \begin{cases} 1, & \text{если дом монолитный;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

$$R\langle i \rangle = \begin{cases} 1, & \text{если в квартире } i \text{ комнат;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases} \quad i = 1, \dots, 5;$$

$$N = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Северном АО;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

$$NE = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Северо-Восточном АО;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

$$NW = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Северо-Западном АО;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

$$W = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Западном АО;} \\ 0 - \text{нет;} \end{cases}$$

² См. <http://www.mosecom.ru>.

$$SW = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Юго-Западном АО;} \\ 0 & - \text{нет;} \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Южном АО;} \\ 0 & - \text{нет;} \end{cases}$$

$$SE = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Юго-Восточном АО;} \\ 0 & - \text{нет;} \end{cases}$$

$$E = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Восточном АО;} \\ 0 & - \text{нет;} \end{cases}$$

$$CEN = \begin{cases} 1, & \text{если квартира в Центральном АО;} \\ 0 & - \text{нет.} \end{cases}$$

Концентрации вредных веществ, доли от ПДК: CO – окись углерода; NO₂ – двуокись азота; NO – окись азота.

Необходимо особо отметить следующее важное обстоятельство. Как правило, ни продавец, ни покупатель квартиры не располагают исчерпывающей информацией о состоянии окружающей среды, т.е. о концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в месте расположения квартиры – данными, которые используются в моделях. И хотя участники сделки и не располагают достоверными данными о качестве окружающей среды, они (на основании имеющейся у них информации) формируют свои представления о том, насколько благополучен район, где расположена квартира, с экологической точки зрения. Так, существует общепринятое представление о том, что в Москве наиболее экологически чистыми являются Западный, Юго-Западный и Северо-Западный административные округа.

Заметим, что если в результате соответствующих оценок получается статистически значимая связь между уровнем загрязнения воздуха в окрестности квартиры и ее ценой, то из этого вовсе не следует, что продавец и покупатель действительно учитывают степень загрязненности воздуха при определении цены квартиры. Модель демонстрирует лишь наличие или отсутствие связи, но не всегда выявляет механизм реализации искомой зависимости. Тем не менее модель позволяет получить количественную оценку влияния соответствующей характеристики на цену квартиры.

В работе рассматриваются два типа моделей – линейные и логарифмические. В моделях первого типа в качестве зависимой переменной выступает цена квартиры, во второй – логарифм цены.

4. ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Ниже приводятся распределения наблюдений по числу комнат, административным округам и типу домов. Распределение по числу комнат: однокомнатные квартиры – 740 (28.4%); двухкомнатные – 737 (28.2%); трехкомнатные – 677 (25.9%); четырехкомнатные – 390 (15.0%); пятикомнатные квартиры – 65 (2.5%).

Распределение по административным округам: САО – 211 (8.1%); СВАО – 301 (11.5%); ВАО – 235 (9.0%); ЮВАО – 324 (12.4%); ЮАО – 424 (16.3%); ЮЗАО – 225 (8.6%); ЗАО – 230 (8.8%); СЗАО – 150 (5.8%); ЦАО – 509 (19.5%).

Распределение по типу домов: блочные дома – 159 (6.1%); панельные – 1194 (45.8%); кирпичные – 960 (36.8%); монолитные дома – 296 (11.3%).

Далее приведены описательные статистики для цены, общей площади, жилой площади и площади кухни по каждому типу квартир и по всей выборке (табл. 1).

Приведенные результаты вполне соответствуют ожиданиям, характеризуются отсутствием явных выбросов, что косвенно подтверждает неплохое качество исходных данных.

Как отмечено выше, существует устойчивое представление о связи между качеством окружающей среды и географическим положением квартир в Москве. Для оценки справедливости этого представления в табл. 2 приведены выборочные коэффициенты корреляции между концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере и индексами административных округов.

Таблица 1. Описательные статистики для цены, общей площади, жилой площади и площади кухни по каждому типу квартир и по всей выборке

Уровни показателей	<i>PRICE</i>	<i>TOTSP</i>	<i>LIVESP</i>	<i>KITSP</i>
Однокомнатные квартиры				
Среднее	257.4	37.2	19.4	8.1
Медиана	236.4	36.0	19.0	8.0
Максимум	695.8	96.0	60.0	18.0
Минимум	107.1	24.0	13.0	4.0
Стандартное отклонение	76.6	6.6	3.2	2.2
Двухкомнатные квартиры				
Среднее	368.1	53.5	31.8	8.4
Медиана	320.0	52.0	31.0	8.0
Максимум	1150.0	114.0	62.0	38.0
Минимум	112.5	34.0	17.0	5.0
Стандартное отклонение	151.3	11.2	5.5	2.8
Трехкомнатные квартиры				
Среднее	515.7	77.2	48.8	9.6
Медиана	444.4	75.0	46.0	9.0
Максимум	1916.6	186.0	125.0	60.0
Минимум	230.0	49.0	30.0	5.0
Стандартное отклонение	247.7	19.4	10.0	4.0
Четырехкомнатные квартиры				
Среднее	724.9	104.4	67.6	11.8
Медиана	619.4	100.0	65.0	10.0
Максимум	2199.9	270.0	190.0	57.0
Минимум	210.0	60.0	42.0	5.0
Стандартное отклонение	378.8	29.3	16.6	6.7
Пятикомнатные квартиры				
Среднее	1019.9	145.4	90.7	17.2
Медиана	950.0	138.0	88.0	16.0
Максимум	2040.0	270.0	190.0	55.0
Минимум	338.4	79.0	55.0	6.0
Стандартное отклонение	442.6	42.1	26.7	8.6
По всем квартирам				
Среднее	444.6	64.9	39.5	9.4
Медиана	350.0	57.0	34.0	9.0
Максимум	2199.9	270.0	190.0	60.0
Минимум	107.1	24.0	13.0	4.0
Стандартное отклонение	288.3	31.7	20.8	4.4

Как следует из данных табл. 2, имеется статистически значимая положительная корреляция концентрации СО с индексами ЮАО и ЮВАО и значимая отрицательная корреляция концентрации СО с индексами ЗАО и ЮЗАО. Концентрация NO демонстрирует статистически значимую положительную корреляцию с индексами САО и ЮАО и отрицательную – с индексом ЗАО. Эти результаты не противоречат широко распространенным представлениям о том, что юг и юго-восток Москвы являются наиболее экологически неблагополучными районами, а юго-западное и западное направления, наоборот, имеют относительно более высокие показатели качества окружающей среды. Следует, однако, отметить, что парные корреляции дают приближенное и зачастую весьма грубое представление о связи переменных.

Таблица 2. Корреляции уровней загрязнения и индексов административных округов

	CO	NO	NO_2	CEN	E	N	NE	NW	S	SE	SW	W
CO	1.00	0.51	0.00	-0.17	0.03	0.03	0.06	-0.10	0.37	0.25	-0.35	-0.22
NO	0.51	1.00	0.47	-0.36	-0.09	0.22	0.14	-0.02	0.26	0.13	-0.04	-0.22
NO_2	0.00	0.47	1.00	-0.34	-0.06	0.29	0.19	-0.10	-0.13	0.08	0.15	0.04
CEN	-0.17	-0.36	-0.34	1.00	-0.15	-0.15	-0.18	-0.12	-0.22	-0.19	-0.15	-0.15
E	0.03	-0.09	-0.06	-0.15	1.00	-0.09	-0.11	-0.08	-0.14	-0.12	-0.10	-0.10
N	0.03	0.22	0.29	-0.15	-0.09	1.00	-0.11	-0.07	-0.13	-0.11	-0.09	-0.09
NE	0.06	0.14	0.19	-0.18	-0.11	-0.11	1.00	-0.09	-0.16	-0.14	-0.11	-0.11
NW	-0.10	-0.02	-0.10	-0.12	-0.08	-0.07	-0.09	1.00	-0.11	-0.09	-0.08	-0.08
S	0.37	0.26	-0.13	-0.22	-0.14	-0.13	-0.16	-0.11	1.00	-0.17	-0.14	-0.14
SE	0.25	0.13	0.08	-0.19	-0.12	-0.11	-0.14	-0.09	-0.17	1.00	-0.12	-0.12
SW	-0.35	-0.04	0.15	-0.15	-0.10	-0.09	-0.11	-0.08	-0.14	-0.12	1.00	-0.10
W	-0.22	-0.22	0.04	-0.15	-0.10	-0.09	-0.11	-0.08	-0.14	-0.12	-0.10	1.00

5. ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ

В этом разделе приводятся результаты оценивания модели, в которой зависимой переменной является цена квартиры. На рис. 2 и 3 представлены зависимости цены квартиры (*PRICE*) от общей (*TOTSP*) и жилой (*LIVESP*) площади. Качественный анализ показывает, что линейная зависимость может быть использована в качестве первого приближения.

Отметим следующее важное обстоятельство. Как правило, включение в оцениваемое уравнение всех трех параметров площади квартиры – общей, жилой и кухни – приводит к плохо интерпретируемым результатам. Одной из причин этого является мультиколлинеарность, т.е. достаточно тесная связь объясняющих переменных, которая не позволяет статистически надежно выявить индивидуальное влияние каждой переменной. Это проявляется в незначимости некоторых характеристик, которые с точки зрения здравого смысла существенно влияют на цены квартир. Чтобы проиллюстрировать это обстоятельство, приведем результаты оценивания регрессии, в которую включены все указанные выше параметры площади квартиры:

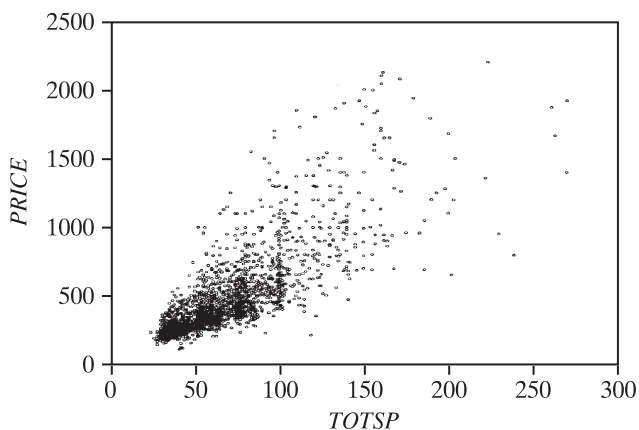


Рис. 2. Зависимость цены квартиры (тыс. долл.) от ее общей площади (м²)

$$PRICE = 88.054 + 7.864TOTSP + 4.649KITSP - 1.485LIVESP - 15.083DIST, \\ R^2 = 0.71.$$

Все коэффициенты, кроме коэффициента при *LIVESP*, значимы на уровне 1%, а коэффициент при *LIVESP* незначим на любом разумном уровне значимости (значение *P* равно 0.163) и отрицательный. Из полученных оценок следует, что такой важная характеристика, как жилая площадь, не влияет на цену квартиры, а увеличение жилой площади приводит к снижению цены квартиры, что явно не согласуется со здравым смыслом. Чтобы разрешить это противоречие, необходимо помнить, что в соответствии с теорией коэффициент при *LIVESP* соответствует среднему изменению цены квартиры при уве-

личении жилой площади на 1 м² при прочих равных характеристиках. Тогда получится, что коэффициент при *LIVESP* представляет собой разницу между средней ценой одного квадратного метра жилой площади и средней ценой одного квадратного метра вспомогательных помещений (коридор, прихожая, ванная комната и т.п.). Поэтому целесообразно включить в модель и эту расчетную площадь $DOPSP = TOTSP - LIVESP - KITSP$, исключив общую.

Необходимо, кроме того, учесть еще ряд параметров, существенно влияющих на стоимость квартиры. К их числу можно отнести расстояние до центра города, близость к станции метро, тип здания (монолит, кирпич, панель, блочный) и т.п. Заметим, что тип здания, а также тот факт, что квартира расположена на первом или последнем этажах, отражают фиктивные переменные, принимающие значения 0 или 1 в зависимости от наличия или отсутствия соответствующего признака. Разумеется, можно было бы использовать эти переменные в качестве объясняющих. Однако это означало бы, например, что и небольшая однокомнатная, и большая четырехкомнатная квартиры одинаково теряют цену, если рядом нет метро, в сравнении с такими же квартирами, расположенными рядом со станциями метро. Здравый смысл подсказывает, что изменение цен в подобной ситуации зависит также и от размера квартиры. Для формального учета этого обстоятельства в качестве объясняющих переменных используется произведение соответствующих фиктивных переменных на общую площадь квартиры.

В результате была получена следующая оценка линейной регрессии (в скобках приведены стандартные ошибки):

$$\begin{aligned}
 PRICE = & 166.27 + 4.66LIVESP + 11.96KITSP + 7.28DOPSP - 9.92DIST - 4.33METRDIST + \\
 & (18.00) \quad (0.23) \quad (0.85) \quad (0.40) \quad (0.70) \quad (0.75) \\
 & + 1.31WALK \times TOTSP + 0.68BRICK \times TOTSP + 0.46MONO \times TOTSP - \\
 & (0.10) \quad (0.10) \quad (0.12) \\
 & - 0.50FLOOR_1 \times TOTSP - 0.38FLOOR_L \times OTSP - 193.99CO - 24.68NO_2, \\
 & (0.08) \quad (0.12) \quad (35.46) \quad (9.72) \\
 & R^2 = 0.749, \quad R^2_{adj} = 0.748.
 \end{aligned}$$

Концентрация NO оказалась статистически незначимой и потому исключена из приведенной регрессии. Нетрудно видеть, что все остальные коэффициенты регрессии значимы на уровне 1%.

Как и следовало ожидать, уровень загрязнения воздуха отрицательно влияет на цены квартир. В соответствии со стандартной интерпретацией результатов линейной модели можно заключить, что увеличение концентраций CO и NO₂ относительно ПДК (предельно допустимой концентрации) на 0.1 снижает цену любой квартиры примерно на 19 000 и 2500 долл., соответственно.

6. ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В основе линейных моделей лежит предположение о том, что увеличение какой-либо переменной характеристики, например жилой площади, на единицу влечет за собой изменение цены квартиры в среднем на одну и ту же фиксированную величину, не зависящую от ее начального значения. Иными словами, в основе линейной модели лежит аддитивный механизм ценообразования. Возможны, однако, и другие спецификации ценовой функции. Одной из наиболее широко применяемых в экономическом анализе является функция Кобба–Дугласа, представляющая для рассматриваемого случая мультипликативную зависимость гедонистической функции от параметров квартир. В этом случае увеличение какой-либо объясняющей переменной на 1% влечет

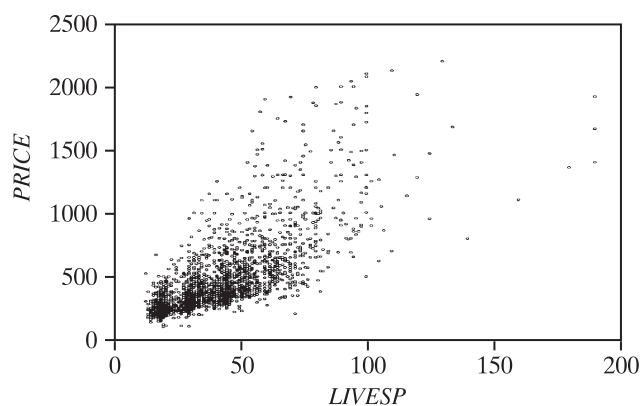


Рис. 3. Зависимость цены квартиры (тыс. долл.) от размера ее жилой площади (м²)

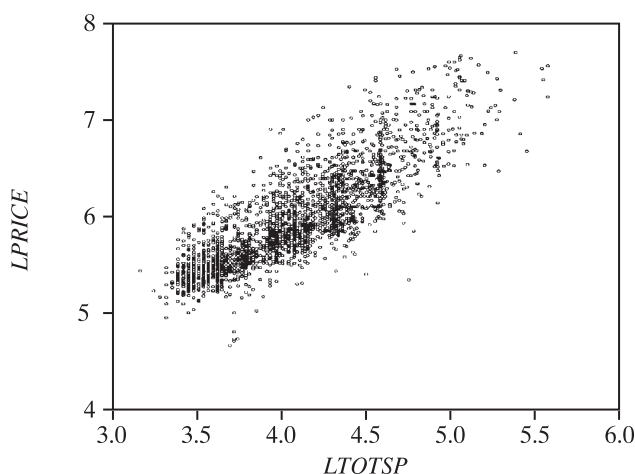


Рис. 4. Зависимость логарифма цены квартиры от логарифма ее общей площади

их (умноженное на 100) значение демонстрирует, как меняется цена квартиры (в процентах) при наличии соответствующего признака в сравнении со случаем его отсутствия. В логарифмической модели (в отличие от линейной) нет необходимости использовать в качестве объясняющих переменных произведения фиктивных переменных на общую площадь квартиры. Коэффициенты при логарифмах обычных количественных переменных представляют оценку эластичности цены по соответствующей характеристике (параметру). В приведенной ниже регрессии расстояние ближайшей станции метро до центра города и время, необходимое для того, чтобы добраться до метро, в отличие от прочих объясняющих переменных представлены в натуральных величинах, а не в логарифмах. Это связано с тем, что в случае логарифмического представления этих переменных их уменьшение до нуля приводит к увеличению цены квартиры до бесконечности, что плохо интерпретируется.

Для логарифмической модели получена следующая оценка соответствующей регрессии (в скобках приведены стандартные ошибки):

$$\begin{aligned}
 LPRICE = & 3.17 + 0.50LLIVESP + 0.33LKITSP + 0.23LDOPSP - 0.022DIST - 0.009METRDIST + \\
 & (0.04) \quad (0.01) \quad (0.02) \quad (0.01) \quad (0.001) \quad (0.001) \\
 & + 0.14WALK + 0.069BRICK + 0.046MONO - 0.047FLOOR_1 - \\
 & (0.01) \quad (0.009) \quad (0.015) \quad (0.009) \\
 & - 0.38FLOOR_L - 0.44CO - 0.037NO_2, \\
 & (0.012) \quad (0.05) \quad (0.014) \\
 & R^2 = 0.824, \quad R^2_{adj} = 0.824.
 \end{aligned}$$

Как и в случае линейной модели, концентрация NO оказалась статистически незначимой и потому исключена из регрессии, при этом все остальные коэффициенты значимы на уровне 1%.

Как следует из полученных оценок, уменьшение концентраций CO и NO₂ на 0.1 ПДК в районе расположения квартиры ведет к повышению ее стоимости примерно на 4.5 и 0.4%, соответственно. Следует заметить, что уменьшение CO на 0.1 ПДК означает существенное изменение экологической обстановки: в исходных данных среднее значение концентрации CO равно 0.29 ПДК, а стандартное отклонение – 0.08 ПДК. Поэтому уменьшение концентрации CO на 0.1 ПДК означает

за собой определенное процентное изменение зависимой переменной. Это означает, что модель логарифмов соответствующих переменных является линейной.

Будем использовать общепринятые обозначения для логарифмов соответствующих величин (например, $LPRICE = \log(PRICE)$, $LTOTSP = \log(TOTSP)$ и т.д.).

Ниже на рис. 4 и 5 представлены зависимости логарифма цены квартиры от логарифма общей площади и логарифма жилой площади. Из данных, представленных на этих рисунках, следует, что предположение о линейной связи между логарифмом цены квартиры и логарифмами соответствующих площадей вполне оправданно.

Заметим, что коэффициенты при фиктивных переменных теперь имеют иной экономический смысл, чем в линейных моделях:

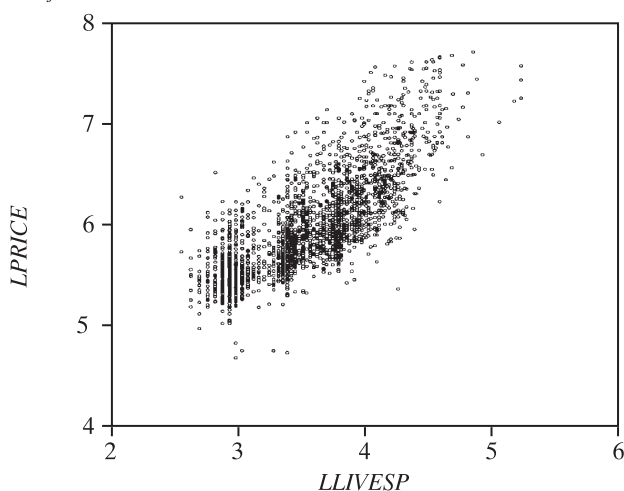


Рис. 5. Зависимость логарифма цены квартиры от логарифма ее жилой площади

ощутимое улучшение качества окружающей среды, что не может не отразиться на стоимости квартиры.

Таким образом, как в линейных, так и логарифмических моделях качество окружающей среды, которое характеризуется концентрацией загрязняющих веществ в атмосфере, оказывает статистически значимое отрицательное влияние на цены квартир.

Основываясь на полученных результатах, можно оценить совокупный выигрыш жителей Москвы от реализации экологических проектов, приводящих к повышению качества окружающей среды. Пусть, например, вдоль автомобильной дороги на протяжении 500 м расположено 10 домов широко распространенной в Москве серии П44. Предположим, что концентрация СО в этом месте составляет 0.4 ПДК. Пусть в результате сооружения на протяжении этих 500 м защитных барьеров концентрация СО (в долях от ПДК) уменьшилась до 0.35 ПДК. Тогда совокупный выигрыш жителей этих домов составит величину, равную 6.5 млн долл. в соответствии с линейной моделью и 6 млн долл. – в соответствии с логарифмической. Отметим близость оценок, полученных на основании двух используемых моделей. Таким образом, если предположить, что издержки строительства подобного защитного барьера составляют около 1000 долл./м² (что можно считать вполне реалистичной оценкой), то предложенный экологический проект оказывается весьма эффективным экономически.

Следует отметить, что эти оценки не учитывают такого важного фактора, существенно влияющего на цены квартир, как доход потребителей. Это связано с отсутствием соответствующих панельных данных по рынку квартир. При анализе полученных результатов необходимо иметь в виду, что они относятся к первой половине 2008 г. и, естественно, не учитывают последствий финансового кризиса.

7. ВЫВОДЫ

1. Качество окружающей среды является статистически значимым фактором, оказывающим отрицательное влияние на цены квартир в Москве.

2. Готовность одного домохозяйства в Москве платить за уменьшение концентраций СО и NO₂ в атмосфере на 0.1 ПДК оценивается в рамках линейной модели в 19 000 и 2500 долл., соответственно. В рамках логарифмической модели аналогичные изменения концентраций приводят к увеличению стоимости квартиры соответственно на 4.5 и 0.4%.

3. Хотя полученные результаты основаны на недостаточно полных данных о состоянии окружающей среды в Москве и к ним следует относиться с известной осторожностью, они тем не менее могут служить первым приближением к оценке готовности жителей Москвы платить за качество окружающей среды.

4. Предложенный в данной работе подход к оценке готовности жителей Москвы платить за качество окружающей среды может быть использован для оценки эффективности экологических проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Braden J.D., Kolstad C.D.** (1998): *Measuring the Demand for Environmental Quality*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Champ P.A., Boyle K.J., Brown T.C.** (eds.) (2003): *A Primer on Nonmarket Valuation*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Rosen S.** (1974): Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition // *J. of Political Economy*. Vol. 82.
- Shcherbich S.I.** (1998): *Environmental Amenities and the Rent Gradient in Moscow*. Master's Thesis. Moscow: New Economic School.

Поступила в редакцию
11.02.2009 г.

Muscovites' Willingness to Pay for the Quality of Environment

P.C. Katishev, O.A. Eismont

The pollution of environment is a crucial problem of the modern cities, including Moscow. Environment projects need considerable investments. Efficiencies of these projects substantially depend on the inhabitants' willingness to pay for the improvement of the quality of environment. Thus the estimation of willingness to pay is of considerable interest. The hedonic models can be used to get the corresponding estimates. Using the hedonic approach the dependence of the price of marketable good (for example, flat) on its characteristics may be revealed. In the article the statistically significant estimates of Moscow citizens' willingness to pay for improving the quality of environment are obtained on the basis of hedonic model.

Key words: environment pollution, ecological projects, quality of environment, Hedonistic models, Moscow citizens.