

Моделирование ставки аренды офисной недвижимости

Коссова Е.В., Шегоян В.А.

В данной статье на примере арендной платы коммерческой недвижимости г. Москва описывается методология оценивания модели, в которой коэффициенты при объясняющих характеристиках могут зависеть от некоторой качественной порядковой переменной, коррелирующей с объясняемой.

Предложенная модель является альтернативой часто используемой аналитиками рынка недвижимости гедонической модели с постоянными коэффициентами. Гедоническая модель не учитывает того факта, что веса объясняющих характеристик в уравнении ставки аренды могут зависеть от присвоенного помещению класса, который не является детерминированной величиной ввиду отсутствия четких правил его определения.

Игнорирование данной зависимости приводит к несостоятельности оценок и прогнозов, получаемых при использовании гедонической модели. Предложенный в работе метод оценивания, являющийся обобщением двухшаговой процедуры Хекмана, легко реализуем вычислительно и позволяет получать состоятельные оценки.

В условиях повышенного внимания к рынку недвижимости в России в общем и к рынку офисной недвижимости Москвы в частности статья может быть интересна широкому кругу читателей, включая инвесторов и аналитиков рынка недвижимости.

Введение

Российский рынок жилой и коммерческой недвижимости на сегодняшний день характеризуется активным развитием. В 2006 г. объем российских и международных инвестиций в рынок недвижимости России составил 4,3 млрд. долл., превысив в три раза уровень 2005 г.

Анализ рынка недвижимости в развивающейся экономике с ее институциональными ограничениями является нетривиальной задачей. При этом рынок недвижимости можно анализировать как систему субрынков: рынка жилья, рынка офисной недвижимости, рынка торговой недвижимости, рынка индустриальной недвижимости, прочих рынков.

Коссова Е.В. – доцент кафедры Математической экономики и эконометрики ГУ ВШЭ, кандидат физико-математических наук.

Шегоян В.А. – магистр экономики ГУ ВШЭ.

Статья поступила в Редакцию в ноябре 2007 г.

Следует отметить, что при анализе полной системы рынков появляется необходимость в упрощении некоторых системообразующих зависимостей, большинство из которых приходится определять исходя из допущений. Такие работы хороши, если целью является зафиксировать экономическую систему в статике. Однако в условиях повышающегося интереса как внутренних, так и зарубежных инвесторов к динамике российского рынка недвижимости, к вопросам насыщения особую актуальность приобретает фундаментальный анализ каждого субрынка в отдельности. Поэтому в данной статье усилия сосредоточены на одном субрынке, который представляет наибольший интерес для инвесторов рынка коммерческой недвижимости, поскольку он близок к насыщению – рынке офисной недвижимости Москвы.

Спрос на аренду недвижимости определяется реальным сектором экономики (ростом производства в определенных отраслях, ростом занятости, ростом доходов населения и т.п.). Предложение определяется существующим фондом площадей и объемом ввода площадей за период. Существующий фонд площадей вне зависимости от конъюнктуры рынка является величиной постоянной (если пренебречь выбытием площадей по причине физического износа). В свою очередь, объем ввода новых площадей является функцией цены объекта недвижимости, определенной на рынке инвестиций в недвижимость: если стоимость недвижимости больше стоимости строительства, включая стоимость земли (с учетом стоимости денег во времени), тогда девелоперские компании начинают освоение новых земельных участков.

Изучение рынка недвижимости даже внутри одного субрынка – сама по себе комплексная задача, а базовый сектор на рынке недвижимости – это сектор аренды. Определяя ставки аренды, а значит, дивидендный доход собственников недвижимости, он является посредником между деньгами реального и финансового секторов экономики.

Гедоническая модель ценообразования арендной ставки и ее недостатки

Анализ поведения ставок аренды на рынке офисной недвижимости принято проводить либо в разрезе факторного анализа влияния качественных характеристик помещений, либо в разрезе анализа временного ряда для определения общей динамики арендных ставок. В первом случае применяется метод гедонического ценообразования, во втором, как правило, моделируется временной ряд.

Моделирование ценообразования на рынке недвижимости при помощи гедонического метода подразумевает оценку регрессии стоимости недвижимости на все качественные характеристики помещения и дамми-переменные периода наблюдения:

$$Y = \beta_1'x + \beta_2'D + \varepsilon,$$

где Y – стоимость квадратного метра;

x – вектор качественных характеристик помещения;

D – дамми-переменная на каждый период наблюдения (как правило, год).

Эмпирический анализ рынка аренды офисной недвижимости при помощи теории гедонического ценообразования представлен, например, в работе [10]. В качестве зависимой пере-

менной гедонического уравнения регрессии в этой работе используется логарифм арендной платы:

$$\ln Y = \beta_1'x + \beta_2'D + \varepsilon.$$

Такая спецификация модели позволяет вместо оценки абсолютного влияния факторов на ставку аренды (выраженного в денежных единицах) оценить их относительное влияние, т.е. определить, на сколько процентов изменяется ставка аренды при изменении значения фактора на единицу.

Безусловно, применение гедонического метода ценообразования позволяет исследовать рынок максимально глубоко, поскольку дает возможность учесть как фактор времени, так и влияние качественных характеристик предлагаемых в аренду помещений и является универсальным для любого субрынка рынка недвижимости. Особенно интересен с практической точки зрения анализ гедонических моделей с использованием панельных данных. Однако существенным ограничением метода является необходимость большого набора характеристик каждого наблюдения в выборке. На рынке жилья, например, это не составляет проблемы, поскольку квартиры торгуются на рынке с указанием достаточно большого набора качественных свойств, таким образом, исследователь обладает большим объемом информации о предлагаемых объектах. Единственная классическая проблема рынка жилой недвижимости, с которой сталкивается исследователь, – недостаток данных по ценам совершенных сделок. На рынке коммерческой недвижимости ситуация отсутствия данных по ценам сделок усугубляется недостатком информации о качественных характеристиках предлагаемых в аренду помещений. Например, на рынке офисной недвижимости, как правило, вместо уточнения полного набора качественных свойств помещения, важных арендатору, указывается условное значение класса качества помещения и его географическое местоположение.

Существующие примеры работ анализа рынка офисной недвижимости с использованием гедонического метода принадлежат в подавляющем большинстве американским исследователям. Дело в том, что в большинстве штатов США проблема нехватки данных решается на законодательном уровне: в большинстве штатов узаконено обязательное раскрытие полной информации по сделкам на рынке коммерческой недвижимости. В России подобная необходимая для проведения полноценных исследований на основе гедонического моделирования законодательная база отсутствует.

Другим распространенным методом анализа стоимости аренды является анализ временного ряда ставок аренды. Примером такого рода моделирования может служить работа [1], в которой автор на основе альтернативных методов моделирования временных рядов производит поиск наилучшей модели для прогнозирования поведения ставок аренды на рынке офисной недвижимости. Выбор осуществляется между моделью двойного экспоненциального сглаживания, моделью Хольта – Винтерса (усовершенствованной модификацией метода экспоненциального сглаживания) и моделью ARIMA. Преимуществом такого подхода по сравнению с гедоническими моделями является то, что он не требует полного набора данных по качественным характеристикам объекта недвижимости, находящегося в выборке. Исследователю необходимо знать только значение реализации зависимой переменной (ставки аренды) и время наблюдения. Очевидным недостатком является слабая теоретическая применимость такого подхода. Дело в том, что на рынке недвижимости мало схожих помещений, а модели-

ровать временной ряд правомерно только по выборке из наблюдений по однородному объекту. Например, такой подход оправдан для рынка ценных бумаг или для рынка сельскохозяйственной продукции, где товар не дифференцирован.

Однако известны случаи удачного моделирования ставок аренды при помощи анализа временного ряда за счет наличия большого набора наблюдений в течение продолжительного периода времени. Например, в работе [8] проведен анализ поведения реальных ставок аренды на 54 рынках офисных помещений США. На основе данных 1967–1997 гг. исследователям удалось обнаружить длину и амплитуду цикла.

Итак, предпочтительным с точки зрения глубины возможного исследования является гедоническое моделирование. Однако следует иметь в виду ряд ограничений стандартной гедонической модели ценообразования.

Одна из гипотез, свидетельствующая в пользу неприменимости гедонической регрессии, заключается в том, что вес различных характеристик помещения и динамика зависимости арендной платы от времени могут зависеть от класса качества офисного здания. В этом случае коэффициенты при характеристиках будут случайными и оценки гедонического уравнения будут, как минимум, смещенными. Гипотеза основана на той особенности рынка, что в разных классах качества офисных помещений арендаторы по-разному чувствительны к тем или иным характеристикам офисных зданий, поскольку ведут операционную деятельность в разных сферах бизнеса. Например, крупные банки и международные финансовые компании, как правило, предпочитают высококлассные офисные здания, расположенные в центре города, в то время как типовыми арендаторами на окраинах являются компании, менее нуждающиеся в дорогих центральных офисах и более чувствительные к стоимости, например российские компании малого и среднего бизнеса. Данную проблему, казалось бы, можно было бы решить, оценивая гедоническую модель отдельно для каждого класса качества. Но и на этом пути возникает некоторое препятствие.

Класс качества офисного здания определяется брокером или собственником на основе принятой на рынке в письменном виде классификации офисных зданий и субъективного экспертного мнения. Наилучшие с точки зрения качественных характеристик и субъективного восприятия эксперта помещения группируются в класс «А», далее следуют в порядке убывания качества классы «В» и «В-». Допустимость экспертных оценок привносит случайность в уравнение идентификации класса качества офисного здания. Таким образом, собственник или брокер получают возможность завышать класс качества сдаваемого в аренду помещения относительно общепринятой классификации. Мотивацией может быть, например, желание сдать принадлежащее арендодателю помещение дороже его справедливой стоимости. С другой стороны, арендодатель как эксперт рынка может знать, что предлагаемое им в аренду помещение обладает уникальными качественными характеристиками, которые не определены в методике классификации офисных зданий, и предполагать возможность сдавать это помещение в аренду при прочих равных условиях дороже аналогов. Например, такой уникальной характеристикой может быть вид из окон. Известно, что офисное здание с видом из окон на Кремль сдается по ставкам, значительно превышающим аналоги. Таким образом, между случайными ошибками в определении класса помещения и его ставки аренды может существовать ненулевая корреляция ошибок.

При наличии указанной корреляции оценивание уравнения арендной платы по каждому классу отдельно от уравнения класса приведет к несостоятельности полученных оценок из-за возникающей зависимости коэффициентов и случайной ошибки.

Учитывая вышесказанное, мы приходим к необходимости оценивать систему уравнений: класса и ставки аренды.

Модель: система уравнений класса и ставки аренды

Рассмотрим следующую модель:

$$(1) \quad \begin{cases} Y_{1i}^* = x'_{1i} \beta_1 + u_{1i} \\ Y_{1i} = \begin{cases} 1, & Y_{1i}^* < \alpha_1 \\ 2, & \alpha_1 < Y_{1i}^* < \alpha_2, \\ 3, & Y_{1i}^* > \alpha_2 \end{cases} \\ \ln Y_{2i} = x'_{2i} \beta_2(Y_{1i}) + u_{2i}, \end{cases}$$

где Y_1^* – латентная переменная, характеризующая качество объекта, которая линейно зависит от характеристик объекта и случайной величины u_1 .

Y_1 – качественная порядковая переменная класса объекта, принимающая значения:

«1» – в случае, если объект соответствует классу «В»,

«2» – в случае, если объект соответствует классу «В»,

«3» – в случае, если объект соответствует классу «А»;

x_{1i} – вектор значений качественных характеристик, участвующих в определении класса, соответствующих наблюдению i ;

Y_2 – реальная ставка аренды;

x_{2i} – вектор значений факторов (наблюдения i), влияющих на арендную ставку.

В модели предполагается, что веса (коэффициенты) характеристик объекта β_2 являются случайными и зависят от класса помещения.

В уравнениях системы совокупный вектор ошибок $(u'_{1i}, u'_{2i})'$ имеет нормальное распределение, причем для любых i и j

$$\begin{pmatrix} u_{1i} \\ u_{2i} \end{pmatrix} \sim N \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & \sigma^2 \end{pmatrix} \right), \quad \text{cov}(u_{1i}, u_{2j}) = \text{cov}(u_{1i}, u_{1j}) = \text{cov}(u_{2i}, u_{2j}) = 0.$$

В модели (1) первые два уравнения отвечают за определение класса качества объекта в зависимости от его характеристик, третье уравнение определяет арендную плату в зависимости от характеристик и присужденного объекту класса качества. Здесь вслед за исследователями гедонических регрессий на рынке недвижимости [10] в качестве зависимой переменной положим логарифм арендной платы для простоты качественной интерпретации получаемых в дальнейшем результатов.

Представленная модель является общей для ряда частных случаев, в том числе случая применимости обычной гедонической регрессии. В зависимости от наличия/отсутствия коррелированности ошибок u_1 и u_2 и наличия/отсутствия различий в весах характеристик качества

и времени в уравнении арендной платы для разных классов качества офисных помещений возможны следующие варианты упрощения модели.

1. Ошибки в рассматриваемых уравнениях не коррелированы, а веса факторов отличаются для разных классов качества офисных помещений. В этом случае модель можно будет упростить, оценивая арендную ставку обычным методом наименьших квадратов (МНК) отдельно по каждому классу качества офисных помещений.

2. Помимо некоррелированности ошибок, коэффициенты в уравнении арендной платы в разных классах отличаются лишь для характеристик местоположения и времени. В этом случае при прогнозировании арендной платы можно обойтись только информацией о местоположении и классе объекта, так как все технические характеристики объекта уже учтены его классом. Такая модель является наиболее привлекательной с практической точки зрения, поскольку позволяет прогнозировать арендную плату в условиях ограниченной информации.

3. Коэффициенты в регрессии арендной ставки одинаковы для всех классов офисных помещений. В этом случае, независимо от коррелированности ошибок, применима гедоническая модель.

Оценка модели (1) позволит проверить стандартные гипотезы о значимости влияния тех или иных качественных и временных факторов на ценообразование на рынке аренды офисной недвижимости Москвы и оценить количественно предельное влияние этих факторов. Кроме того, включение в модель временного тренда дает возможность проверить гипотезу о том, что рынок офисной недвижимости Москвы близок к насыщению.

Метод оценивания

Модель (1) может быть оценена методом максимального правдоподобия. Однако при реализации этого метода могут возникнуть вычислительные трудности. Поэтому мы предлагаем более доступный и проще реализуемый метод, являющийся обобщением двухшаговой процедуры, применяемой при оценивании модели Хекмана.

Для начала отметим тот факт, что в рамках модели (1) условное математическое ожидание логарифма арендной платы для каждого класса имеет вид:

$$(2) \quad E(\ln Y_2 | Y_1 = m) = x_2' \beta(m) + \rho \sigma \lambda(m),$$

$$\text{где } \lambda(m) = \frac{\varphi(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1) - \varphi(\alpha_m - x_1' \beta_1)}{\Phi(\alpha_m - x_1' \beta_1) - \Phi(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1)}$$

$$\alpha_0 = -\infty, \quad \alpha_3 = +\infty$$

$$D(\ln Y_2 | Y_1 = m) = \sigma^2 (1 - \rho^2 \delta(m))$$

$$\delta(m) = \lambda^2(m) - \frac{(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1) \varphi(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1) - (\alpha_m - x_1' \beta_1) \varphi(\alpha_m - x_1' \beta_1)}{\Phi(\alpha_m - x_1' \beta_1) - \Phi(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1)}$$

Если ошибки системы (1) некоррелированы ($\rho = 0$), то

$$E(\ln Y_2 | Y_1 = m) = x_2' \beta(m)$$

и уравнение арендной платы можно оценивать методом наименьших квадратов отдельно по каждому из классов.

Если же существует ненулевая корреляция ошибок ($\rho \neq 0$), появляется смещение $\lambda(m)$, аналогичное смещению отбора в модели Хекмана. Разница заключается в том, что в модели Хекмана уравнение отбора является бинарным, а в нашем случае уравнение отбора – принадлежности к классу – является уравнением множественного (упорядоченного) выбора.

Предлагаемый алгоритм оценивания заключается в следующем.

На первом шаге методом максимального правдоподобия оценивается уравнение принадлежности к классу

$$\begin{cases} Y_{li}^* = x_{li}^* \beta_1 + u_{li} \\ Y_{li} = \begin{cases} 1, & Y_{li}^* < \alpha_1 \\ 2, & \alpha_1 < Y_{li}^* < \alpha_2 \\ 3, & Y_{li}^* > \alpha_2. \end{cases} \end{cases}$$

Найденные оценки используются для получения состоятельных оценок $\hat{\lambda}(m)$.

Второй шаг заключается в оценивании взвешенным методом наименьших квадратов уравнения арендной ставки (2), в котором $\lambda(m)$ рассматривается как объясняющая переменная. Вместо неизвестных значений $\lambda(m)$ используются значения $\hat{\lambda}(m)$.

Предельные эффекты

Для того чтобы определить для каждого класса, каким будет изменение логарифма арендной платы в ответ на малое изменение объясняющей переменной, необходимо вычислить соответствующий предельный эффект. Для рассматриваемой модели предельные эффекты вероятности и арендной ставки зависят от точки, в которой они вычисляются, а именно:

$$\begin{aligned} \frac{\partial E(\ln Y_2 | Y_1 = m)}{\partial x_k} &= \\ &= \beta_2^k(m) - \rho \sigma \beta_1^k \left(\frac{-(\alpha_{m-1} - x_1' \beta) \varphi(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1) + (\alpha_m - x_1' \beta_1) \varphi(\alpha_m - x_1' \beta_1)}{\Phi(\alpha_m - x_1' \beta_1) - \Phi(\alpha_{m-1} - x_1' \beta_1)} + \lambda^2(m) \right). \end{aligned}$$

Описание данных

Предложенная модель оценивалась по данным рынка аренды офисной недвижимости Москвы.

Общий объем высококачественной офисной недвижимости в Москве составляет около 5,5 млн. кв. м. При этом объем площадей растет год от года достаточно высокими темпами.

Анализируемая выборка представлена 517 уникальными офисными помещениями, предлагаемыми в аренду за период с мая 2002 г. по март 2007 г. в офисных зданиях общей площадью 5 316 112 кв. м. Близость объема выборки к объему генеральной совокупности говорит о ее репрезентативности.

Источником данных послужила открытая информация в Интернете, опубликованная на сайтах брокерских компаний, поэтому анализируемые арендные ставки являются ставками предложения.

Выборка характеризуется наличием следующих характеристик предлагаемых в аренду офисных помещений.

CLS – присужденный офисному зданию при классификации собственником или брокером класс.

RRATE – номинальная ставка аренды на офисное помещение, не включая НДС и эксплуатационные расходы, в долларах США за квадратный метр в год.

Прежде чем приступать к оцениванию модели, необходимо учесть инфляцию рубля и доллара в России. Для всего периода наблюдений ставка аренды была пересчитана с учетом индекса цен и индекса курса рубля к доллару. В исследовании за базу был принят декабрь 2001 г. В качестве индекса цен может выступать как индекс потребительских цен, так и индекс цен производителей промышленных товаров.

На рынке аренды офисной недвижимости субъектами взаимоотношений являются компании, доходы и расходы которых в большей степени зависят от цен производителей промышленной продукции. Основными арендаторами высококлассной офисной недвижимости Москвы являются финансовые организации, получающие прибыль от развития производственного сектора страны. Со стороны первичного предложения выступают компании, прибыль которых зависит, прежде всего, от стоимости строительных материалов. Такая ситуация обуславливает неприменимость индекса потребительских цен для расчета дефлятора цен аренды. По этой причине для расчета индекса инфляции выбран индекс цен производителей промышленных товаров, который является в данном случае более подходящим.

S – общая площадь здания предлагаемого в аренду помещения, в тыс. кв. м.

CONDI – система кондиционирования воздуха в здании. Качественная характеристика, поэтому в работе введены соответствующие дамми-переменные:

✓ COND01=1, если в помещении отсутствует система центрального кондиционирования, есть только принудительная вентиляция, COND01=0 в противном случае;

✓ COND23=1, если в помещении отсутствует центральная система, но есть система локального кондиционирования воздуха, COND23=0 в противном случае;

✓ COND4=1, если в помещении присутствует стандартная система центрального кондиционирования, COND4=0 в противном случае;

✓ COND5=1, если в помещении присутствует двухтрубная система центрального кондиционирования, COND5=0 в противном случае.

Базовой характеристикой является наиболее совершенная система кондиционирования воздуха – четырехтрубная центральная.

PARKING – характеристика парковки, предоставляемой арендатору в пользование (как правило, за отдельную плату). Характеристика парковки также является качественной и требует введения следующих дамми-переменных:

✓ PAR0=1, если зданию не характерно ни наличие подземной парковки, ни наличие прилегающей территории для размещения автомобилей арендаторов, PAR0=0 в противном случае;

✓ PAR1=1, если в распоряжении арендатора есть только наземная парковка, PAR1=0 в противном случае.

В качестве базовой характеристики выступает, как и в случае с кондиционированием, самый дорогой и предпочтительный для арендатора вариант – наличие подземной парковки.

LOCATION – характеристика географического местоположения офисного здания:

✓ LOC0=1, если здание расположено внутри Бульварного кольца, LOC0=0 в противном случае;

✓ LOC1=1, если здание расположено между Бульварным и Садовым кольцом, LOC1=0 в противном случае;

✓ LOC2=1, если здание расположено между Садовым и Третьим транспортным кольцом (ТТК), LOC2=0 в противном случае;

В качестве базовой характеристики месторасположения принято расположение между ТТК и Московской кольцевой автомобильной дорогой (МКАД).

READY_IN – показатель готовности здания, измеряется количеством месяцев, оставшихся до сдачи объекта в эксплуатацию.

T – период наблюдения, разделенный на количество месяцев в периоде наблюдения в целях масштабирования получаемых коэффициентов регрессии: 1/63 – для января 2002 г., 63/63 – для марта 2007 г.

Типичным представителем класса качества «А» по выборке является офисное здание площадью 10 тыс. кв. м, расположенное в пределах Садового кольца с центральной системой кондиционирования, характеризующееся наличием подземной парковки. Отличительной особенностью типичного представителя класса «В» по сравнению с классом «А» является меньшая площадь (около 5,5 тыс. кв. м), а также наличие только наземной парковки. Типичным представителем класса качества «В» по выборке является офисное здание площадью около 4,5 тыс. кв. м, расположенное между Садовым кольцом и ТТК, в котором отсутствует система центрального кондиционирования воздуха, есть только локальное кондиционирование и, так же как в классе качества «В», есть только наземная парковка.

Очевидно, средний класс качества «В» не является ярко выраженным, он является «переходным», поскольку вбирает в себя практически равное количество характеристик офисных зданий как класса «А», так и класса «В». В свою очередь типичные представители классов «А» и «В» не пересекаются ни по одной из характеристик.

Результаты оценивания

На первом шаге с помощью порядковой пробит-модели оценивалась вероятность принадлежности объекта к определенному классу. Данное уравнение носит вспомогательный характер, тем не менее, результаты его оценивания тоже заслуживают внимания.

В качестве регрессоров x_i выступают переменные общей площади здания (S), а также дамми-переменные системы кондиционирования, местоположения и парковки (напомним, за базу были взяты переменные центрального четырехтрубного кондиционирования (COND6),

наличия подземной парковки (PAR2) и местоположения в пределах между ТТК и МКАД (LOC3)).

Получили следующие результаты.

Таблица 1.

Оценивание уравнения класса качества

	Коэффициент	Станд. ошибка	z-статистика	Вероятность
S	0,015351	0,006333	2,423848	0,0154
COND01	-2,633923	0,448663	-5,870600	0,0000
COND23	-1,939187	0,428407	-4,526507	0,0000
COND4	-1,179384	0,399478	-2,952316	0,0032
COND5	-1,090758	0,442442	-2,465312	0,0137
LOC0	1,130372	0,176372	6,409019	0,0000
LOC1	0,920377	0,148352	6,204000	0,0000
PAR0	-1,943818	0,319488	-6,084160	0,0000
PAR1	-1,039688	0,144960	-7,172258	0,0000
Граничные точки				
LIMIT_2:C(10)	-1,789091	0,429832	-4,162307	0,0000
LIMIT_3:C(11)	-0,984807	0,425669	-2,313553	0,0207

Незначимой на 5-процентном уровне оказалась дамми-переменная местоположения офисного здания в пределах между Садовым кольцом и ТТК. Результат соответствует ожиданиям. Незначимость дамми-переменной местоположения офисного здания в пределах между Садовым кольцом и ТТК с учетом того, что за базу было взято местоположение между ТТК и МКАД, означает, что это местоположение не имеет преимуществ по отношению к базовому. Конкретный километраж удаления от центра в пределах от Садового до МКАД не имеет значения. Таким образом, с точки зрения классификации условно город можно поделить на центр (внутри Бульварного кольца), «почти центр» (между Бульварным и Садовым) и «за пределами центра» (между Садовым кольцом и МКАД).

Абсолютные значения коэффициентов значимых качественных характеристик регрессии также легко объяснить, все они соответствуют ожиданиям. Согласно полученной зависимости, чем хуже система кондиционирования в здании, чем сильнее здание удалено от центра и чем хуже обстоит ситуация с парковкой, тем меньше значение латентной переменной Y_1^* . А значит, тем меньший класс качества соответствует зданию.

В регрессии присутствует единственная количественная переменная – переменная общей площади (S). Понятно, что сама по себе переменная общей площади не может являться залогом присуждения офисному зданию того или иного класса. Однако ее значимость можно объяснить тем, что крупные офисные здания – это, как правило, новые, конструктивно эффективные и оснащенные новейшими инженерными системами объекты недвижимости. Поскольку в выборке отсутствуют характеристики качества большинства инженерных систем

(например, не определены система управления зданием, система пожарной безопасности, лифтовая система, система электроснабжения, система безопасности) и возраста зданий, то переменная площади используется в качестве грубой прокси-переменной совокупности данной группы характеристик. В таком случае положительная зависимость класса от площади становится естественной: чем больше уровень обеспеченности инженерными системами и чем больше конструктивная эффективность офисного здания, тем высший класс качества ему следует присудить.

На втором шаге для каждого класса m взвешенным методом наименьших квадратов оценивалась модель:

$$\ln Y_2(m) = x_2' \beta(m) + \rho \sigma \hat{\lambda}(m) + \varepsilon,$$

$$\text{где } \hat{\lambda}(m) = \frac{\varphi(\hat{\alpha}_{m-1} - x_1' \hat{\beta}_1) - \varphi(\hat{\alpha}_m - x_1' \hat{\beta}_1)}{\Phi(\hat{\alpha}_m - x_1' \hat{\beta}_1) - \Phi(\hat{\alpha}_{m-1} - x_1' \hat{\beta}_1)}$$

$$\alpha_0 = -\infty, \quad \alpha_3 = +\infty, \quad 1 \leq m \leq 3,$$

$(\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \hat{\beta}_1)$ – получены на предыдущем шаге оценивания уравнения класса.

В качестве регрессоров x_2 были выбраны (аналогично уравнению определения класса качества офисного помещения) переменные общей площади здания (S) и дамми-переменные системы кондиционирования, местоположения и парковки, а также переменная готовности здания (READY_IN) и переменные времени (время – T , и время в квадрате – T^2). Следует отметить, что предположение о квадратичной зависимости арендных ставок от времени является следствием того, что в работе исследован достаточно короткий промежуток времени. Добавление квадратичного члена позволяет учесть существование максимума (минимума) цены на данном промежутке.

Итак, оценивание ставки аренды по каждому классу дает следующие результаты.

Таблица 2.

Оценивание уравнения ставки аренды

Переменная	Коэффициент		
	«А»	«В»	«В-»
C	6,101354	5,912500	5,852078
LOC0	0,427457	0,316949	0,291777
LOC1	0,363075	0,287869	0,229029
LOC2	0,288565	0,217186	0,075192
T	-1,613412	-1,408804	-1,506031
T ²	1,039920	0,868186	0,766215
LAMBDA	-0,123057	-0,070707	-0,152941

Первое, что следует отметить – значимость коэффициента при переменной LAMBDA. Полученный результат подтверждает гипотезу о зависимости ставок аренды на рынке офисной недвижимости от субъективных оценок брокеров.

Отрицательное значение оценки коэффициента $\rho\sigma$ говорит об отрицательном значении корреляции ошибок системы (1) $corr(u_1, u_2) = \rho$. Логика рынка, подтверждаемая таким результатом, заключается в следующем: если офисному зданию присуждается класс качества, например, неоправданно высокий с точки зрения его характеристик (появляется положительная ошибка в уравнении класса), то арендная ставка на данное помещение будет иметь отрицательное смещение по отношению к ожидаемой ставке в заявляемом классе.

Итак, гипотеза об отсутствии корреляции ошибок в уравнениях арендной ставки и принадлежности здания к определенному классу отвергается.

Что касается гипотезы о равенстве коэффициентов для разных классов, то из таблиц следует, что разница в полученных оценках в особенности ощущается для классов «А» и «В–». Например, показатель LOC2 (местоположение офисного здания между Садовым кольцом и ТТК) для класса «А» весит существенно больше и увеличивает стоимость метра на 28% против 7% для класса «В–», доверительные интервалы соответствующих коэффициентов не пересекаются. Зависимость же от времени практически одинаковая.

Напомним, что если веса характеристик в уравнении арендной платы отличаются для разных классов, а случайная ошибка коррелирует с ошибкой определения класса качества, то оценивание гедонического уравнения как по всей совокупности наблюдений, так и отдельно для каждого из классов приведет к несостоятельности оценок коэффициентов. При этом следует обратить внимание на то, что минимальное смещение проявляется в классе «В», о чем свидетельствуют как коэффициенты при значениях $\lambda(m)$, так и сами эти значения, вычисленные при медианных характеристиках офисных помещений, соответствующих различным классам качества.

Таблица 3.

Медианные значения переменной смещения

	$m = 1$	$m = 2$	$m = 3$
$\lambda(m)$	-0,246	-0,161	0,334

Результат согласуется со сделанными ранее выводами о «промежуточности» класса «В», который может присуждаться как зданиям с характеристиками, близкими к классу «А», так и зданиям, близким к классу «В–».

Относительно характера зависимости арендной платы от качественных характеристик здания можно отметить следующее.

Незначимыми на 5-процентном уровне оказались все технические характеристики офисных зданий (общая площадь, тип кондиционирования, тип парковки), показатель готовности помещения к въезду, значимыми – местоположение и время. При этом технические характеристики показали свою значимость в уравнении принадлежности к классу, а значит, опосредованно учитываются в уравнении логарифма арендной ставки в константе и переменной смещения. Полученная зависимость вполне соответствует присущей рынку недвижимости информационной асимметрии: стоимость аренды определяется, прежде всего, доступными характеристиками, которыми являются местоположение и класс здания, установленный продавцом на основе известных только ему технических характеристик здания и собственного экспертного мнения.

Итак, детерминанты ставок аренды на рынке аренды офисных помещений Москвы условно можно разделить на три группы:

- факторы, определяющие вариацию ставок аренды в зависимости от присужденного зданию класса качества (межклассовая вариация арендной платы);
- факторы, определяющие вариацию ставок аренды внутри класса (внутриклассовая вариация арендной платы);
- факторы, определяющие как межклассовую, так и внутриклассовую вариацию ставок аренды.

Технические характеристики здания определяют вариацию арендной платы через определение класса здания. То есть они отвечают только за межклассовую вариацию ставок аренды.

Временные характеристики (время и время в квадрате) обуславливают только временную вариацию арендной платы внутри классов, поэтому отвечают только за внутриклассовую вариацию ставок аренды и учитываются только в уравнении арендной платы.

Пространственные характеристики, оказывая влияние как на присужденный офисному зданию класс качества, так и будучи дополнительно учтенными непосредственно в уравнении логарифма арендной ставки, обуславливают как межклассовую вариацию ставок аренды, так и географическую вариацию арендной платы внутри классов. Заслуживает отдельного внимания тот факт, что арендная ставка более чувствительна к местоположению здания, чем его класс: помимо переменных центра оказывается значимым положение между ТТК и Садовым кольцом. Показатель готовности здания оказался незначимым, что полностью соответствует текущим реалиям рынка. В условиях недостатка предложения помещения в строящихся бизнес-центрах сдаются в аренду без дисконта.

Функциональная зависимость арендной ставки от времени при прочих медианных характеристиках для каждого класса качества офисных зданий выглядит следующим образом:

$$\hat{E}(\ln Y_2 | Y_1 = 1) = 5,96 - 1,51 \cdot t + 0,77 \cdot t^2;$$

$$\hat{E}(\ln Y_2 | Y_1 = 2) = 6,22 - 1,41 \cdot t + 0,87 \cdot t^2;$$

$$\hat{E}(\ln Y_2 | Y_1 = 3) = 6,43 - 1,61 \cdot t + 1,04 \cdot t^2.$$

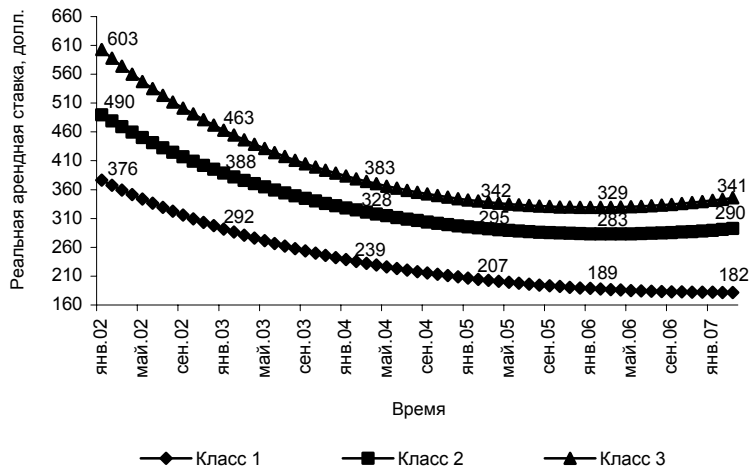


Рис. 1. Зависимость реальной арендной ставки (в ценах декабря 2001 г.) от времени (остальные характеристики фиксируются на уровне медианных для каждого класса)

Выше показаны три кривые зависимости арендных ставок от времени, и на графиках соответствующих классов подписаны значения предсказанной по модели реальной арендной ставки при медианных характеристиках каждого класса для января 2002 – марта 2007 гг. Оцененная зависимость от времени позволяет сделать вывод о том, что реальные арендные ставки в наиболее качественных офисных помещениях после ощутимого спада в течение 2002–2004 гг. имеют тенденцию к росту в 2006 г. – начале 2007 г., чего нельзя сказать о реальных арендных ставках на офисные помещения класса «В–».

С точки зрения теории реальных циклов это может означать, что рынок офисной недвижимости Москвы на сегодняшний день находится в точке «оживления». Для самого высокого класса качества «А» оживление наступило раньше всех, в январе 2006 г., в случае класса качества «В» рост после продолжительного падения начался несколько позже, в марте 2006 г. В самом низком классе качества «В–» согласно результатам модели минимум наблюдался в феврале 2007 г.

Несмотря на рост цен в реальном выражении, учитывая увеличивающийся год от года ввод площадей, насыщение может наступить достаточно скоро. Для точного прогнозирования возможного момента насыщения необходим дополнительный анализ длины цикла на рынке аренды недвижимости в развивающихся экономиках, требующий знания более длинного, чем пять лет, ряда данных. В работе [8] было установлено, что длина цикла на рынке офисной недвижимости США составляет в среднем 12 лет.

Предельные эффекты влияния характеристик здания на величину арендной ставки

Для того чтобы оценить влияние характеристик здания на величину его арендной ставки, необходимо вычислить соответствующие предельные эффекты, совпадающие с коэффициентами лишь для тех факторов, которые участвуют в уравнении арендной ставки и отсутствуют в уравнении класса. Такой характеристикой является только положение здания между ТТК и Садовым кольцом. Технические характеристики влияют на арендную ставку опосредованно через переменную смещения. Влияние характеристик местоположения складывается из двух частей: непосредственного влияния на ставку аренды (коэффициент при соответствующей переменной в уравнении арендной платы) и опосредованного влияния через переменную смещения. Так как предельные эффекты являются нелинейными функциями от объясняющих факторов и зависят от их значений, мы приведем таблицу предельных эффектов, рассчитанных для каждой характеристики при прочих медианных значениях каждого класса.

Напомним, базовое наблюдение, от которого считаются стоимостные отклонения, характеризуется местоположением между МКАД и ТТК (LOC3), центральным четырехтрубным кондиционированием (COND6) и наличием подземной парковки (PAR2).

Общим для всех факторов, представленных в уравнении определения класса качества офисного помещения и не представленных непосредственно в уравнении арендной платы, к числу которых относится тип парковки, кондиционирования и общая площадь, является наибольшая чувствительность к ним стоимости аренды в классе качества «В». Данное явление – следствие «промежуточности» класса «В». Поскольку он не имеет ни одной уникальной характеристики, а лишь набор характеристик соседних классов «А» и «В–», то при небольших вариациях в характеристиках офисное здание становится ближе соответственно то к классу «А», то к классу «В–».

Таблица 4.

**Предельные эффекты
(при медианных характеристиках каждого класса)**

	Изменение реальной арендной ставки, %		
	класс «А»	класс «В»	класс «В-»
S	0,06	0,14	0,05
COND01	-10,70	-24,90	-8,80
COND23	-7,90	-18,40	-6,50
COND4	-4,80	-11,20	-4,00
COND5	-4,40	-10,30	-3,70
PAR0	-7,90	-18,40	-6,50
PAR1	-4,20	-9,80	-3,50
LOC0	47,60	42,70	32,80
LOC1	39,70	37,70	26,10
LOC2	29,00	22,00	8,00

Другим общим результатом является влияние фактора местоположения на ставку аренды. Чем дальше расположен бизнес-центр, тем больше при прочих равных условиях он теряет в цене. При этом наибольшую чувствительность к местоположению показывает арендная плата наивысшего класса качества «А», далее в порядке убывания следуют классы «В» и «В-». Местоположение является наиболее весомым фактором формирования арендной платы для всех классов. При этом совокупное влияние местоположения больше, чем непосредственное, выраженное соответствующими коэффициентами в уравнении арендной ставки.

Поскольку технические характеристики и характеристики местоположения здания задаются бинарными переменными, для того чтобы продемонстрировать, как количественно меняется арендная плата в ответ на улучшение (ухудшение) соответствующей переменной, приведем матрицу расчетных математических ожиданий арендной платы, при равенстве соответствующих дамми-характеристик единице и медианных остальных.

Таблица 5.

Ставка аренды в зависимости от характеристик

Фактор	Ставка аренды в марте 2007 г. в ценах декабря 2001 г., долл.		
	класс 1	класс 2	класс 3
Кондиционирование			
cond01	178,82	254,73	317,18
cond23	181,81	272,08	332,55
cond4	188,07	292,39	345,80
cond5	189,01	294,85	346,95
cond6	203,71	326,99	355,76

Окончание табл. 5.

Фактор	Ставка аренды в марте 2007 г. в ценах декабря 2001 г., долл.		
	класс 1	класс 2	класс 3
Местоположение			
loc0	237,20	307,35	373,74
loc1	220,52	292,39	345,80
loc2	181,81	249,85	306,96
loc3	167,83	200,51	229,69
Парковка			
par0	178,34	268,38	305,34
par1	181,81	292,39	326,64
par2	191,18	322,68	345,80

Жирным шрифтом выделены значения для медианных характеристик.

Результаты оценивания гедонической модели

Приведем результаты оценивания гедонической модели логарифма арендной платы. Регрессорами являются все качественные характеристики помещения (общая площадь, тип кондиционирования, тип парковки), местоположение, степень готовности и временной тренд.

Таблица 6.

Коэффициенты гедонической модели

Переменная	Коэффициент	Вероятность
C	6,103705	0,0000
COND01	-0,226632	0,0000
COND23	-0,174845	0,0000
COND4	-0,072449	0,0136
LOC0	0,489847	0,0000
LOC1	0,396402	0,0000
LOC2	0,193653	0,0000
PAR0	-0,205346	0,0000
PAR1	-0,156971	0,0000
T	-1,616798	0,0000
T ²	0,996285	0,0000

Большее количество значимых переменных в уравнении логарифма арендной ставки в данном случае объясняется построением общей модели для всех классов офисных зданий и отсутствием в списке детерминант переменной присужденного зданию класса качества.

Сравним предельные эффекты гедонической модели и модели (1) (табл. 4 и 6). Коэффициенты гедонической модели наиболее близки к предельным эффектам класса «В». Этот результат вполне ожидаем, так как гедоническая модель, уравнивая классы, дает «усредненное» влияние характеристик. Отметим следующую разницу: согласно табл. 4, такая переменная, как площадь влияет (через уравнение класса) на арендную плату в каждом классе, а в гедоническом уравнении является незначимой. То же можно сказать и про центральную двухтрубную систему кондиционирования (COND5).

Смещение оценок коэффициентов приведет к смещению прогнозных значений арендной платы, получаемых с помощью гедонической модели. Очевидно, что величина этого смещения будет наименьшей для класса «В».

Сравним отклонения прогнозов ставки аренды от ее реального значения. Для сравнения был выбран апрель 2007 г., лежащий вне границ периода, по которому проводилось оценивание. Прогнозы строились для медианных характеристик каждого класса по гедонической модели и модели (1). Ставки аренды, наблюдавшиеся в апреле 2007 г., приведены в Приложении.

Таблица 7.

Отклонение предсказанных значений ставок аренды от наблюдаемых

		Реальная ставка аренды в ценах декабря 2001 г., долл.	Отклонение от наблюдаемого значения, %
Класс «А»	факт	355	0
	МНК	336	-5
	Хекман	351	-1
Класс «В»	факт	288	0
	МНК	287	0
	Хекман	292	1
Класс «В→»	факт	190	0
	МНК	206	11
	Хекман	186	-2

Результаты прогнозирования полностью соответствуют выводам, полученным ранее. Так как гедоническая модель не учитывает изменение коэффициентов, наименьшее отклонение прогноза от факта наблюдается в «промежуточном» классе «В». В классах «А» и «В→» модель, предложенная в работе, дает существенно более точный прогноз.

Заключение

Проведенный факторный анализ ставок аренды на рынке офисной недвижимости г. Москвы позволяет сделать следующие выводы.

1. Использование гедонической модели ценообразования дает несостоятельные смещенные оценки, что делает недопустимым ее использование.

2. Альтернативной моделью является модель системы уравнений класса здания и его арендной ставки с весами характеристик, зависящими от класса, и коррелированными ошибками.

3. В качестве метода оценивания можно использовать двухшаговую процедуру, являющуюся обобщением двухшаговой процедуры оценивания модели Хекмана, которая позволяет оценить арендную ставку взвешенным методом наименьших квадратов опосредованно через уравнение класса качества офисного здания.

4. Согласно результатам оценивания рост *номинальных* ставок аренды последних пяти лет не отражает динамики *реального* цикла, поскольку на протяжении этого времени реальные ставки аренды демонстрировали падение, стабилизацию и оживление во всех классах качества офисных помещений. Для определения длины цикла и прогнозирования следующей точки насыщения требуется провести дополнительное исследование с использованием большего ряда данных.

5. Исследование характеристик офисных зданий в качестве детерминант ставок аренды показало наибольшую чувствительность стоимости аренды к местоположению, поскольку данный фактор оказался значимым как в уравнении класса качества офисного помещения, так и в уравнении арендной платы.

6. Выявленные чувствительности ставок аренды к характеристикам здания говорят о том, что для рынка офисных помещений наивысшего качества характерна сильно выраженная зависимость арендной платы от близости здания к центру, в то время как для прочих рынков значение фактора местоположения ослабевает.

7. Высококласные помещения и помещения класса «В-» имеют слабую чувствительность ставок аренды к техническим характеристикам помещений, в отличие от второго класса. Что логично, поскольку второй класс, являясь средним, не имеет ярко выраженных отличий от своих соседей. При ценообразовании начинают приобретать большее влияние конкретные значения качественных характеристик помещений.

Таким образом, эмпирическое исследование стоимости аренды офисной недвижимости подтвердило ограниченность и неприменимость к данному рынку гедонической модели ценообразования. Предложенная в работе модель является более общей, учитывает особенности рассматриваемого рынка и позволяет более адекватно оценить влияние технических характеристик и местоположения здания на величину арендной платы.

Остался открытым вопрос о длине реального цикла, свойственного рынку офисной недвижимости Москвы, и соответственно прогнозирования точки насыщения. Этот вопрос требует дополнительного анализа большего ряда данных и представляет собой перспективу дальнейших исследований авторов.

* *
*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Погодин С.К.* Методы оценки портфелей инвестиций, включающих ценные бумаги и недвижимость: Дисс. ... канд. экон. н. 2006. Финансовая эл. библиотека (<http://www.mirkin.eufn.ru>)
2. *Brown G., Matysiak G.* Real Estate Investment: A Capital Market Approach. L.: Person Education, 2000.
3. *Clapp J., Giacotto C.* Price Indices Based on the Hedonic Repeat-Sales Method: Application to the Housing Market // Journal of Real Estate Finance & Economics. 1998. Vol. 16. № 1. P. 5–26.
4. *Geltner D.M., Miller N.G.* Commercial Real Estate Analysis and Investments. South-Western Educational Publishing, 2000.
5. *Downs D., Slade B.* Characteristics of a Full-Disclosure Transaction-Based Index of Commercial Real Estate // Journal of Real Estate Portfolio Management. 1999. Vol. 5. № 1. P. 94–104.
6. *Gatzlaff D., Haurin D.* Sample Selection Bias and Repeat-Sales Index Estimates // Journal of Real Estate Finance and Economics. 1996. № 14. P. 33–50.
7. *Ling D., Naranjo A., Nimalendran M.* Estimating Returns on Commercial Real Estate: A New Methodology Using Latent Variable Regression: Real Estate Research Institute (RERI) Working Paper. January 1999.
8. *Mueller G.* Real Estate Rental Growth Rates at Different Points in the Physical Market Cycle // Journal of Real Estate Research. 1999. № 18. P. 131–150.
9. *McMillen D., Dombrow J.* Estimating Price Indexes in Metropolitan Submarkets: A Flexible Fourier Repeat Sales Approach: University of Chicago Working Paper. February 2000.
10. *Wheaton W., Torto R.* Office Rent Indices and Their Behavior Over Time // Journal of Urban Economics. 1994. № 35. P. 121–39.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1.

Арендная плата за кв. м офисной недвижимости в апреле 2007 г.

Месторасположение (ближайшее метро)	Класс	Стоимость аренды, долл.
Цветной бульвар	A	840
Смоленская	B-	900
Красные ворота	A	950
Цветной бульвар	A	800
Сокол	B	730
Войковская	B	480
Перово	B	540
Спортивная	A	850
Дмитровская	B	650
Планерная	A	480
Шаболовская	A	710
Речной вокзал	B-	570
Савеловская	B	600
Таганская	B-	750
Калужская	B	690