

ОЦЕНКА НЕДВИЖИМОСТИ ДЛЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ

С.В. Грибовский

доктор экономических наук, профессор

Н.П. Баринов

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Санкт-Петербург

*«Каждый налогоплательщик должен
знать, как оценивается его имущество»*

C. Vumte

Введение

Сегодня Россия находится в преддверии введения налогообложения жилой и нежилой недвижимости по рыночной стоимости. Все мы помним, сколько проблем как финансовых, так и административных возникло при реализации проекта под условным названием «монетизация льгот». Страну буквально лихорадило на протяжении многих месяцев. А ведь затронуты были лишь интересы пенсионеров.

Переход к налогообложению жилой и нежилой недвижимости по рыночной стоимости следует отнести к проектам более высокого уровня сложности и ответственности, так как он затрагивает интересы всех живущих в России людей. Цена ошибок при реализации этого проекта может быть очень высокой для всех заинтересованных сторон – простых людей, бизнеса и власти.

Любой проект можно рассматривать с двух точек зрения: с точки зрения идеи его построения (концепции) и с точки зрения реализации задуманной идеи – практики. Попробуем разобраться, что можно положить в основу создания концепции налогообложения. С точки зрения методологии системного подхода система налогообложения недвижимости любой страны может быть создана в одном из двух вариантов – как централизованная или децентрализованная система.

Централизованная система налогообложения предполагает наличие единого центра, который занимается не только разработкой методик налогообложения, но и реализацией их на местах. При этом реализация методик возможна как силами штатных специалистов, так и специалистов, привлеченных на договорной основе из среды местных оценщиков. Важно, что основной принцип такой системы – неукоснительное выполнение требований центра к алгоритму методики и составу факторов, которые она использует. Такая система налогообложения предполагает полную юридическую, финансовую и техническую ответственность центра за результаты оценки стоимости объектов недвижимости на местах.

Децентрализованная система налогообложения функционирует иначе. Она построена по принципу распределенной системы массового обслуживания, при которой вся работа по расчету налоговой стоимости выполняется на местах силами местных специалистов на основе единых методических рекомендаций. При этом для всех выполняемых работ характерны единство методологии и, что очень важно, свои методы расчета, а также свои, местные факторы стоимости. Кроме того, такая система налогообложения предполагает юридическую, финансовую и техническую ответственность местных органов власти за результаты оценки кадастровой стоимости объектов недвижимости. При такой организации работ в ведении центра остаются лишь вопросы контроля методологии, а также получения и обработки информации о кадастровой стоимости недвижимости всей страны. С юридической точки зрения при децентрализованной системе налогообложения центр может выступать по отношению к кадастровой стоимости таким же интересантом, как и рядовой налогоплательщик. Центр может апеллировать к региональным и ме-

ственным органам власти, если кадастровая стоимость рассчитана неверно и тем самым ущемлены интересы федерального бюджета, который, например, является источником дотаций региона.

На наш взгляд, централизованная система налогообложения больше подходит для малых государств, расположенных в одном климатическом поясе и имеющих однородную этническую и природную структуры. Для государств, которые расположены в разных климатических зонах, охватывают разные географические пояса, логичнее ориентироваться на децентрализованную систему налогообложения. Типичным примером в этом отношении являются США, в каждом штате которых имеется своя методика налогообложения.

Плюсом децентрализованной системы налогообложения как распределенной системы является и то, что с точки зрения теории системного подхода она во всех отношениях является более устойчивым и жизнеспособным образованием. В такой системе результаты налогообложения легче актуализируются. Она является более прогрессивной и с точки зрения рождения новых методов оценки, так как в каждом регионе проводится определенная поисковая методическая работа. Другими словами, в полной мере реализуется принцип «одна голова хорошо, а две – лучше». С политической точки зрения децентрализованная система также более приемлема, поскольку ответственность за допущенные ошибки не сосредотачивается в центре, а распределяется по всей стране.

Принципы налогообложения

Любая система должна быть основана на принципах (правилах), определяющих структуру, состав, содержание и характер поведения ее элементов.

При построении системы налогообложения в России, на наш взгляд, должны быть использованы следующие принципы:

- *налог на недвижимость – есть местный налог.* Этот принцип, как известно, закреплён в Налоговом кодексе Российской Федерации. Если это местный налог, то и ответственность за расчет налоговой базы и сбор налога должна лежать исключительно на местных органах власти без какого-либо вмешательства из центра;
- *цель налогообложения – формирование местных бюджетов.* Нельзя назвать этот принцип абсолютно самостоятельным, так как он связан с первым принципом, но, учитывая его важность, следует сформулировать его отдельно. По нашему мнению, страна давно нуждается в том, чтобы недвижимость стала серьезным источником покрытия всех инфраструктурных затрат в городах и селах. В развитых странах до 70 процентов местных бюджетов заполняется за счет недвижимости. За счет недвижимости финансируется работа школ, больниц, поликлиник. За счет местных налогов финансируется и работа муниципалитетов. Здесь очень важна обратная связь – чем лучше инфраструктура района, тем богаче местный бюджет. Муниципалитеты заинтересованы улучшать инфраструктуру своего района;
- *налог на недвижимость устанавливается на основании ее рыночной стоимости.* История доказала, что адвалорное¹ налогообложение является наиболее прогрессивной схемой налогообложения. Эта схема в полной мере позволяет учесть как рыночные, так и социальные аспекты налогообложения;
- *финансирование налогообложения – за счет местных бюджетов.* На наш взгляд, этот принцип очевиден: кто собирает налоги, тот и должен финансировать систему, обеспечивающую этот сбор – от создания модели оценки недвижимости до администрирования налога;
- *объект налогообложения – земельный участок и расположенное на нем строение.* Этот принцип формирует объект налогообложения. В разных странах объект налогообложения разный. Заметим, что, определяя в качестве объекта налогообложения только строения, мы косвенно устанавливаем налог на капитал. Очевидно, что признать такую систему налого-

¹ Адвалорное налогообложение – налогообложение, основанное на рыночной стоимости.

обложения прогрессивной можно лишь с определенными оговорками, так как она не благоприятствует притоку инвестиций в недвижимость;

- *база для апелляций – рыночная стоимость.* Любая методика как продукт ума человеческого является моделью рынка и не может абсолютно точно воспроизвести его работу. Ошибки будут всегда. Система налогообложения должна предусматривать право налогоплательщика оспаривать результаты оценки его имущества. Возможны два варианта такого оспаривания: апелляция к правильности применения методики и апелляция к тому, что результат оценки имущества по методике не соответствует рыночной стоимости. Логика и имеющаяся отечественная практика подсказывают, что вариант апелляции к рыночной стоимости со всех точек зрения для налогоплательщика является более ясным, простым и надежным вариантом апелляции;
- *преимущество системы налогообложения.* Наша страна находится на стадии перехода от плановой экономики к рыночной. Рынок постепенно завоевывает все сферы отечественной экономики, включая недвижимость. Однако во многих местностях России рынок недвижимости либо еще находится в зачаточном состоянии, либо его вовсе нет. В таких регионах необходимо предусмотреть постепенный, эволюционный переход от старой системы, основанной на инвентаризационной стоимости, к новой рыночной системе налогообложения. Для этого наряду со сравнительным и доходным методами оценки стоимости недвижимости целесообразно предусмотреть использование метода, основанного на концепции затратного подхода, при котором к инвентаризационной стоимости строения добавляется, например кадастровая стоимость земельного участка;
- *простота системы налогообложения.* В условиях формирующегося рынка недвижимости не следует стремиться к сложным многофакторным моделям оценки стоимости недвижимых объектов. Как говорится, из плохих продуктов хорошей каши не сварить! Модели должны быть адекватны местному рынку и имеющейся информации. Если в деревне есть 10 домов и речка, и десятки лет в этой деревне никто не покупал и не продавал недвижимость, многофакторная модель для оценки этих домов не нужна. В такой деревне в качестве модели налогообложения достаточно взять стоимость строительства домов с учетом их физического износа;
- *учет социально-экономического уровня развития Российской Федерации.* Для современной России характерен разный уровень экономического развития регионов. В некоторых регионах доходы населения в разы отличаются от доходов людей, живущих в центральной части страны. Необходимо, чтобы это обстоятельство было учтено при создании моделей расчета налоговых платежей. Одним из способов такого учета является использование понижающего коэффициента в расчетной модели оценки стоимости недвижимости для налогообложения. Такой понижающий коэффициент можно рассчитать, например, как отношение средних доходов района оценки к среднему доходу столицы Российской Федерации или столицы субъекта Российской Федерации, либо иным образом.

Анализ природно-климатических, национальных особенностей и существующей административной системы нашей страны свидетельствует о том, что система налогообложения в Российской Федерации должна быть децентрализованной. В качестве опорных элементов системы налогообложения могут быть взяты субъекты Российской Федерации, в которых на базе сформулированных принципов должна быть организована работа по созданию моделей оценки стоимости недвижимости и ее практической оценке для налогообложения. В перспективе по мере развития рынка в качестве опорных элементов системы налогообложения должны служить муниципальные образования, для которых налог на недвижимость будет основным источником доходов.

Методология налогообложения

С методологической точки зрения оценку рыночной стоимости можно определить как науку прикладного экономического анализа, основная задача которого состоит в установлении наиболее вероятной цены продажи или покупки актива (товара) на основе анализа динамики сил спроса и предложения на этот актив на соответствующем рынке [1].

Различают *индивидуальную* и *массовую* оценки рыночной стоимости [2]. Эти виды оценки являются задачами прикладного экономического анализа, но отличаются объектом оценки, анализом его использования, количеством и составом используемых аналогов и факторов. Краткая сравнительная характеристика индивидуальной и массовой оценок на текущем этапе их развития представлена в таблице 1.

Таблица 1

<i>Характеристика</i>	<i>Индивидуальная оценка</i>	<i>Массовая оценка</i>
Использование	Наиболее эффективное	Текущее
Объект оценки	Один объект недвижимости	Много объектов недвижимости
Количество аналогов	Единицы	Десятки – сотни – тысячи
Количество факторов стоимости	Неограниченное	Ограниченное
Состав факторов	Количественные + качественные (измеряемые и неизмеряемые)	Количественные + измеряемые качественные
Оценка точности	Качественная	Количественная

Ориентируясь на данные таблицы 1, индивидуальную и массовую оценки можно определить следующим образом.

Индивидуальная оценка – способ получения оценок рыночных стоимостных характеристик объекта недвижимости с учетом анализа наиболее эффективного его использования путем сравнения с небольшим количеством аналогов, имеющих близкое по характеристике качество местоположения, с использованием всех возможных ценообразующих факторов.

Массовая оценка – систематизированный способ получения оценок рыночных стоимостных показателей большой группы однородных объектов недвижимости с использованием методов статистической обработки информации на основе сравнительного анализа большого количества аналогов с использованием объективно измеряемых ценообразующих факторов, являющихся общими для всех аналогов.

Оба вида оценки основаны на одних и тех же экономических принципах, но различаются целями, задачами и техникой (методами) оценки одних и тех же экономических показателей.

Массовая оценка, так же как индивидуальная, предполагает использование известных подходов к оценке: сравнительного, затратного и доходного. Каждый из этих подходов (методов) оценки, по сути, представляет собой процедуру построения некоторой математической модели, устанавливающей связь между наиболее вероятной ценой, ценами аналогов и ценообразующими факторами. Иными словами, основная задача оценки состоит в том, чтобы понять:

- а) какие характеристики влияют на цены объектов недвижимости;
- б) как именно характеристики влияют на цены объектов недвижимости.

Отвечая на эти вопросы, оценщик, по существу, решает задачу создания модели рынка оцениваемого объекта на вербальном или формальном (формульном) уровне. При этом в процессе индивидуальной оценки объекта, как следует из определения, учитывается все многообразие объективно и субъективно измеряемых факторов, существенно влияющих на стоимость, а в процессе массовой оценки учитываются только те факторы, которые:

- а) могут быть объективно измерены;
- б) присущи всем объектам оценки.

Применимость того или иного подхода к оценке стоимости в рамках индивидуальной или массовой оценки зависит от объема и качества информации, которой обладает оценщик – создатель модели оценки стоимости.

При наличии большого объема рыночной информации о ценах продаж или предложений для построения модели оценки объектов недвижимости лучше применять сравнительный подход. Наличие информации о доходах, которые генерируют объекты недвижимости, дает возможность использовать для построения моделей оценки стоимости доходный подход. При дефиците рыночной информации для построения модели оценки объектов недвижимости наиболее целесообразным является использование затратного подхода.

Отметим, что в соответствии с определением термина «оценка», стоимость представляется как наиболее вероятная цена, то есть имеет статистическую природу. Следовательно, задача создания модели рынка оцениваемого объекта должна решаться методами статистического анализа рынка недвижимости.

Среди известных статистических методов анализа рынка сегодня наиболее распространены являются два: метод корреляционно-регрессионного анализа [3] и метод сечений как один из вариантов кластерного анализа [4].

Корреляционный анализ относят к одному из основных методов массовой оценки. Корреляцию можно определить как статистическую зависимость между случайными величинами, не имеющую строго функционального характера, при которой изменение одной случайной величины приводит к изменению математического ожидания другой случайной величины. Основная прикладная задача корреляционного анализа – количественное определение тесноты связи между зависимым признаком с одной стороны и факторным признаком (при парной корреляции) и множеством факторных признаков (при многофакторной связи) – с другой. Теснота линейной связи количественно выражается коэффициентом корреляции. Задача регрессионного анализа – определение направления и формы связи между зависимым и факторными признаками.

Таким образом, корреляционно-регрессионный анализ можно определить как совокупность формальных (математических) процедур, предназначенных для измерения тесноты, направления и аналитического выражения формы связи. На выходе такого анализа качественно (структурно) и количественно должна быть определена статистическая модель:

$$\bar{y} = f(x_1, \dots, x_k),$$

где k – количество факторов;

\bar{y} – математическое ожидание значения зависимого признака y при данных значениях факторов стоимости x_1, \dots, x_k .

Наряду с методом корреляционно-регрессионного анализа для массовой оценки можно использовать методологию кластерного анализа. Для целей массовой оценки эта методология, развиваемая в работах [5, 6, 7], на наш взгляд, в некоторых случаях может быть значительно проще с точки зрения практической реализации. Основная идея этой методологии состоит в том, что модель массовой оценки создается путем сечения (группировки, стратификации) исходного множества данных о ценах объектов недвижимости по ценообразующим факторам, в наибольшей степени коррелирующим с ценами объектов, и расчета коэффициентов модели путем сравнения средних значений исходного и усеченного множеств.

При использовании кластерного анализа отдельные данные о ценах объектов недвижимости по каким-то общим для всех признакам объединяются в группы (кластеры). В каждой группе рассчитывается средняя групповая цена, которая при некоторых допущениях [8] принимается в качестве рыночной стоимости объекта недвижимости, представляющим конкретную группу. Средняя групповая цена («средняя стоимость») и используется для построения моделей оценки стоимости. Такой подход позволяет, во-первых, «сжать» информацию, полученную в ходе наблюдений, так как вместо всей собранной совокупности ценовых наблюдений для построения моделей используются групповые средние. Во-вторых, за счет усреднения цен в группах минимизируются случайные отклонения цен от «истинных» их значений. В конечном итоге это позволяет достаточно эффективно выявить ценовые закономерности, присущие рынку объекта оценки, и построить более достоверные модели оценки стоимости.

Конечная цель оценки для налогообложения – определение налоговой стоимости объекта на базе его рыночной стоимости. Это означает, что при отсутствии погрешности измерения по-

следней, налоговая стоимость могла бы быть приравнена к рыночной стоимости. На практике рыночная стоимость может быть определена методами массовой оценки с конечной точностью – всегда существует вероятность ошибки ее измерения. При этом последствия ошибок в сторону уменьшения и в сторону увеличения стоимости оказываются различными.

При недооценке рыночной стоимости занижается налоговая база, при переоценке – будут недовольны налогоплательщики с вытекающими отсюда последствиями: апелляции, суды и т. д. С учетом необходимости прямых бюджетных затрат на сопровождение таких апелляций (рецензирование отчетов об оценке рыночной стоимости независимых оценщиков, оплата услуг юристов, судебные издержки) риски их возникновения должны быть минимальными. Эти риски можно минимизировать, если сделать налоговую стоимость меньше рыночной путем умножения последней на некий понижающий налоговый коэффициент.

Методы оценки стоимости недвижимости для целей налогообложения

Рыночные методы² массовой оценки стоимости недвижимости для целей налогообложения рассмотрим на примере оценки жилой недвижимости, а именно на примере оценки квартир в многоквартирных домах в следующей содержательной постановке.

Постановка задачи

Предположим, что имеется некоторое поселение, на территории которого требуется выполнить оценку жилой недвижимости для целей налогообложения. Недвижимость состоит из квартир, расположенных в домах, построенных из разных материалов и расположенных в разных, с точки зрения цены, районах поселения. Объектом налогообложения является квартира. Рынок жилой недвижимости в поселении развит. Имеется достаточное количество рыночной информации для построения рыночных моделей оценки стоимости. Все квартиры в этом поселении будем рассматривать как полное множество квартир, для расчета стоимости которых необходимо построить модели оценки. Полное множество исследуемых объектов (в данном случае квартир) на языке статистики называется генеральной совокупностью.

Для простоты и наглядности построения моделей оценки стоимости в качестве примера ограничимся тремя ценообразующими факторами:

- местоположение,
- материал стен,
- количеством комнат.

Представим каждый из этих факторов в виде качественной переменной, имеющей лишь два значения: 0 или 1. Такие переменные называются двоичными (бинарными, дихотомическими). Практика показывает, что модели, использующие такие переменные, во-первых, просты для понимания, во-вторых, они способны достаточно хорошо аппроксимировать практически любые нелинейные зависимости цены от ценообразующих факторов и, наконец, в-третьих, они очень близки к моделям ценообразования, которыми руководствуются в своей практической деятельности операторы рынка недвижимости. В теории статистики такие регрессионные модели называют моделями дисперсионного анализа (ANOVA-моделями).

Допустим, что территориально, с точки зрения цен, все множество квартир можно условно разделить на две зоны, квартиры в поселении расположены в деревянных, блочных и кирпичных домах и количество комнат в квартирах не превышает четырех. Территория поселения совпадает с территорией оценки.

Анализ рынка недвижимости показывает, что цены на нем складываются под воздействием не только очевидных влияющих факторов, но и факторов, которые трудно поддаются учету, то есть случайным образом. Этот вывод позволяет ставить и решать задачи построения эконометрических моделей оценки стоимости с использованием статистической обработки исходных рыночных данных. При этом задачу выбора ценообразующих факторов и группировки объектов

² Нерыночные методы авторы предполагают рассмотреть в следующих публикациях.

оценки для построения моделей их стоимости целесообразно решать методом экспертных оценок на основе анализа конкретной ценообразующей информации местного рынка с использованием знаний местных субъектов рынка недвижимости.

Требуется:

- 1) собрать информацию, необходимую для построения моделей оценки стоимости;
- 2) выбрать структуру эконометрических моделей оценки всех квартир поселения;
- 3) рассчитать коэффициенты этих моделей;
- 4) выполнить оценку качества моделей;
- 5) рассчитать величину налогового коэффициента;
- 6) сформировать порядок массовой оценки стоимости объектов недвижимости поселения.

Решение:

1. СБОР ИНФОРМАЦИИ И ФОРМИРОВАНИЕ ТАБЛИЦЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Сбор информации и формирование таблицы наблюдений является первым и, пожалуй, самым трудоемким этапом моделирования. Этот этап необходимо начинать с описания и тщательного анализа объекта оценки – всей совокупности объектов недвижимости, стоимость которых необходимо рассчитать для целей налогообложения.

Анализ объекта оценки включает в себя изучение характеристик всех оцениваемых объектов: типы жилья (квартиры, отдельно стоящие дома, имеющие и не имеющие земельные участки, и т. д.), месторасположение, годы постройки и другие характеристики. Эта информация необходима для того, чтобы целенаправленно спланировать работу по сбору рыночных данных об объектах-аналогах, с помощью которых будет строиться модель оценки стоимости объектов оценки.

Перед тем как собирать информацию необходимо изучить рынок объектов оценки по типам и видам: проанализировать спрос и предложение на объекты недвижимости, аналогичные оцениваемым, выявить перечень основных ценообразующих факторов по всем типам объектов оценки. Эту задачу необходимо выполнять на основе информации, публикуемой в печати, анализа ценообразующих факторов, описанием которых сопровождается публикуемая информация о предложениях к покупке или продаже объектов недвижимости. Для формирования списка ценообразующих факторов целесообразно использовать экспертные методы оценки факторов, то есть привлекать к этой работе специалистов рынка оцениваемой недвижимости.

Далее собранную рыночную информацию необходимо представить в виде таблицы наблюдений. В конечном итоге требуется сформировать такую таблицу наблюдений, ценообразующие факторы в которой были бы представлены приблизительно в той же пропорции или с той же частотой, с которой они проявляются во всей оцениваемой совокупности. Например, если в одном из районов населенного пункта находится 65% общего числа квартир, то и в сформированной выборке также должно быть представлено это соотношение.

В терминах статистики задачей этого этапа является формирование репрезентативной выборки. Репрезентативная выборка – это такая выборка, в которой все основные признаки генеральной совокупности, из которой извлечена данная выборка, представлены приблизительно в той же пропорции или с той же частотой, с которой конкретный признак выступает в этой генеральной совокупности. Формирование репрезентативной выборки выполняется, как правило, на качественном уровне опытным путем³.

³ Математически репрезентативность выборки может проверяться на конечном этапе путем оценки объектов недвижимости с помощью построенной модели на контрольных выборках, сформированных случайным образом из генеральной совокупности. Плохие результаты оценки на контрольной выборке должны послужить основанием для повторного анализа структуры выборки, на которой была построена модель, и соответствующей корректировки этой выборки и модели.

Непременное условие для построения репрезентативной выборки – наличие информации о генеральной совокупности, то есть либо полный список единиц (объектов) генеральной совокупности, либо информация о ее структуре.

Применительно к рассматриваемому примеру на этапе сбора информации необходимо иметь данные о распределении квартир в генеральной совокупности по зонам, типам стен и количеству комнат. Эти данные являются доступными, так как для расчета налога в любом случае будут созданы реестр объектов налогообложения и реестр ценообразующих факторов (кадастр недвижимости). Может случиться так, что для формирования репрезентативной выборки не хватает рыночной информации о реальных сделках или предложениях. В этом случае целесообразно привлекать к работе экспертов-оценщиков с тем, чтобы они оценили недостающие объекты недвижимости, данные о которых можно было бы использовать для построения моделей оценки.

В рассматриваемом далее примере для построения эконометрической модели были собраны данные о ценах 108 квартир в разных домах, разных ценовых зонах и с разным количеством комнат по состоянию на дату оценки – 1 января 2004 (табл. 2). В качестве источников информации использовались объявления, размещенные в специализированных газетах, журналах и на соответствующих интернет-сайтах. В процессе сбора просматривались ценовая информация за предшествующий дате оценки год, которая приводилась к дате оценки с использованием индексов, отражающих динамику цен на рынке недвижимости.

Данные в таблице 2 по каждому наблюдению представлены в виде цены в денежных единицах (далее – д. е.) одного квадратного метра общей площади квартиры⁴. При сборе информации эксперты ориентировались на то, чтобы общее количество данных, необходимых для построения модели, превышало увеличенное на единицу количество значений ценообразующих факторов как минимум в три раза и *каждое из значений ценообразующих факторов было представлено не менее чем тремя наблюдениями*.

Другими словами, требовалось, чтобы выполнялось неравенство:

$$n \geq 3 \times (m + 1),$$

где n – количество единиц информации (наблюдений);

m – количество различающихся (неповторяющихся) значений ценообразующих факторов: «зона 1», «зона 2», «кирпичный», «блочный», «деревянный», «1 комната», «2 комнаты», «3 комнаты», «4 комнаты»⁵.

Таблица 2

Экспериментальная выборка квартир

Номер наблюдения	Местоположение	Дом	Количество комнат	Цена	Номер наблюдения	Местоположение	Дом	Количество комнат	Цена
1	зона 1	кирпичный	1	800	55	зона 1	деревянный	4	840
2	зона 1	кирпичный	1	802	56	зона 1	деревянный	4	860
3	зона 1	кирпичный	1	750	57	зона 2	кирпичный	1	960
4	зона 1	кирпичный	1	760	58	зона 2	кирпичный	1	962
5	зона 1	кирпичный	1	798	59	зона 2	кирпичный	1	912
6	зона 1	кирпичный	1	804	60	зона 2	кирпичный	1	958
7	зона 1	кирпичный	2	880	61	зона 2	кирпичный	1	966
8	зона 1	кирпичный	2	805	62	зона 2	кирпичный	2	850
9	зона 1	кирпичный	2	860	63	зона 2	кирпичный	2	1033

⁴ В качестве единицы измерения может использоваться другой показатель, а именно: квадратный метр жилой площади, или комната. Например, при оценке складских объектов в качестве единицы измерения используют кубический метр, при оценке земельных участков – сотку, гектар. Удобнее всего использовать ту единицу измерения, которая используется на местном рынке в отношении оцениваемой группы объектов.

⁵ Если в качестве ценообразующего фактора используется количественная непрерывная переменная (например, расстояние или площадь), то ее в соответствии с концепцией разрабатываемых методических рекомендаций оценки для налогообложения нужно категоризовать, то есть разбить на градации, и для каждой градации ввести отдельную фиктивную двоичную переменную.

Номер наблюдения	Местоположение	Дом	Количество комнат	Цена	Номер наблюдения	Местоположение	Дом	Количество комнат	Цена
10	зона 1	кирпичный	2	880	64	зона 2	кирпичный	2	1050
11	зона 1	кирпичный	3	965	65	зона 2	кирпичный	3	1158
12	зона 1	кирпичный	3	989	66	зона 2	кирпичный	3	1166
13	зона 1	кирпичный	3	910	67	зона 2	кирпичный	3	1188
14	зона 1	кирпичный	3	990	68	зона 2	кирпичный	3	1122
15	зона 1	кирпичный	3	960	69	зона 2	кирпичный	3	1133
16	зона 1	кирпичный	3	969	70	зона 2	кирпичный	4	1280
17	зона 1	кирпичный	4	1050	71	зона 2	кирпичный	4	1270
18	зона 1	кирпичный	4	1068	72	зона 2	кирпичный	4	1260
19	зона 1	кирпичный	4	1058	73	зона 2	кирпичный	4	1200
20	зона 1	кирпичный	4	1050	74	зона 2	кирпичный	4	1260
21	зона 1	блочный	1	713	75	зона 2	блочный	1	870
22	зона 1	блочный	1	715	76	зона 2	блочный	1	840
23	зона 1	блочный	1	727	77	зона 2	блочный	1	850
24	зона 1	блочный	1	740	78	зона 2	блочный	1	880
25	зона 1	блочный	2	780	79	зона 2	блочный	2	970
26	зона 1	блочный	2	810	80	зона 2	блочный	2	960
27	зона 1	блочный	2	788	81	зона 2	блочный	2	930
28	зона 1	блочный	3	880	82	зона 2	блочный	2	955
29	зона 1	блочный	3	870	83	зона 2	блочный	3	1020
30	зона 1	блочный	3	850	84	зона 2	блочный	3	1044
31	зона 1	блочный	3	900	85	зона 2	блочный	3	1025
32	зона 1	блочный	3	860	86	зона 2	блочный	3	1045
33	зона 1	блочный	4	905	87	зона 2	блочный	3	1000
34	зона 1	блочный	4	945	88	зона 2	блочный	4	1144
35	зона 1	блочный	4	1000	89	зона 2	блочный	4	1177
36	зона 1	блочный	4	920	90	зона 2	блочный	4	1188
37	зона 1	блочный	4	940	91	зона 2	блочный	4	1057
38	зона 1	деревянный	1	635	92	зона 2	блочный	4	1111
39	зона 1	деревянный	1	600	93	зона 2	деревянный	1	777
40	зона 1	деревянный	1	640	94	зона 2	деревянный	1	780
41	зона 1	деревянный	1	620	95	зона 2	деревянный	1	1000
42	зона 1	деревянный	1	650	96	зона 2	деревянный	2	850
43	зона 1	деревянный	1	642	97	зона 2	деревянный	2	860
44	зона 1	деревянный	2	900	98	зона 2	деревянный	2	866
45	зона 1	деревянный	2	740	99	зона 2	деревянный	2	840
46	зона 1	деревянный	2	700	100	зона 2	деревянный	2	830
47	зона 1	деревянный	3	789	101	зона 2	деревянный	3	900
48	зона 1	деревянный	3	780	102	зона 2	деревянный	3	1160
49	зона 1	деревянный	3	760	103	зона 2	деревянный	3	930
50	зона 1	деревянный	3	830	104	зона 2	деревянный	3	940
51	зона 1	деревянный	3	750	105	зона 2	деревянный	4	1050
52	зона 1	деревянный	4	810	106	зона 2	деревянный	4	800
53	зона 1	деревянный	4	840	107	зона 2	деревянный	4	900
54	зона 1	деревянный	4	870	108	зона 2	деревянный	4	1000

В дальнейшем собранную ценовую информацию об объектах недвижимости, предназначенную для построения модели оценки стоимости всех квартир, будем называть *экспериментальной* выборкой. Для статистического анализа ценовой и ценообразующей информации и построения модели оценки стоимости необходимо качественные ценообразующие факторы оцифровать, то есть представить в численном виде. Для этого каждому значению соответствующего ценообразующего фактора выделим отдельный столбец, в котором наличие значения фактора обозначим единицей, отсутствие – нулем (табл. 3).

Таблица 3

Оцифрованная экспериментальная выборка

Номер наблюдения	Зона 1	Зона 2	Кирпичный дом	Блочный дом	Деревянный дом	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	Цена	Номер наблюдения	Зона 1	Зона 2	Кирпичный дом	Блочный дом	Деревянный дом	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	Цена
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	800	55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840
2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	802	56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	860
3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	750	57	0	1	1	0	0	1	0	0	0	960
4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	760	58	0	1	1	0	0	1	0	0	0	962
5	1	0	1	0	0	1	0	0	0	798	59	0	1	1	0	0	1	0	0	0	912
6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	804	60	0	1	1	0	0	1	0	0	0	958
7	1	0	1	0	0	0	1	0	0	880	61	0	1	1	0	0	1	0	0	0	966
8	1	0	1	0	0	0	1	0	0	805	62	0	1	1	0	0	0	1	0	0	850
9	1	0	1	0	0	0	1	0	0	860	63	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1033
10	1	0	1	0	0	0	1	0	0	880	64	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1050
11	1	0	1	0	0	0	0	1	0	965	65	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1158
12	1	0	1	0	0	0	0	1	0	989	66	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1166
13	1	0	1	0	0	0	0	1	0	910	67	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1188
14	1	0	1	0	0	0	0	1	0	990	68	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1122
15	1	0	1	0	0	0	0	1	0	960	69	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1133
16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	969	70	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1280
17	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	71	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1270
18	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1068	72	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260
19	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1058	73	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1200
20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	74	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260
21	1	0	0	1	0	1	0	0	0	713	75	0	1	0	1	0	1	0	0	0	870
22	1	0	0	1	0	1	0	0	0	715	76	0	1	0	1	0	1	0	0	0	840
23	1	0	0	1	0	1	0	0	0	727	77	0	1	0	1	0	1	0	0	0	850
24	1	0	0	1	0	1	0	0	0	740	78	0	1	0	1	0	1	0	0	0	880
25	1	0	0	1	0	0	1	0	0	780	79	0	1	0	1	0	0	1	0	0	970
26	1	0	0	1	0	0	1	0	0	810	80	0	1	0	1	0	0	1	0	0	960
27	1	0	0	1	0	0	1	0	0	788	81	0	1	0	1	0	0	1	0	0	930
28	1	0	0	1	0	0	0	1	0	880	82	0	1	0	1	0	0	1	0	0	955
29	1	0	0	1	0	0	0	1	0	870	83	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1020
30	1	0	0	1	0	0	0	1	0	850	84	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1044
31	1	0	0	1	0	0	0	1	0	900	85	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1025
32	1	0	0	1	0	0	0	1	0	860	86	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1045
33	1	0	0	1	0	0	0	0	1	905	87	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1000
34	1	0	0	1	0	0	0	0	1	945	88	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1144
35	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1000	89	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1177
36	1	0	0	1	0	0	0	0	1	920	90	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1188
37	1	0	0	1	0	0	0	0	1	940	91	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1057
38	1	0	0	0	1	1	0	0	0	635	92	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1111
39	1	0	0	0	1	1	0	0	0	600	93	0	1	0	0	1	1	0	0	0	777
40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	640	94	0	1	0	0	1	1	0	0	0	780
41	1	0	0	0	1	1	0	0	0	620	95	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1000
42	1	0	0	0	1	1	0	0	0	650	96	0	1	0	0	1	0	1	0	0	850
43	1	0	0	0	1	1	0	0	0	642	97	0	1	0	0	1	0	1	0	0	860

Номер наблюдения	Зона 1	Зона 2	Кирпичный дом	Блочный дом	Деревянный дом	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	Цена	Номер наблюдения	Зона 1	Зона 2	Кирпичный дом	Блочный дом	Деревянный дом	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	Цена
44	1	0	0	0	1	0	1	0	0	900	98	0	1	0	0	1	0	1	0	0	866
45	1	0	0	0	1	0	1	0	0	740	99	0	1	0	0	1	0	1	0	0	840
46	1	0	0	0	1	0	1	0	0	700	100	0	1	0	0	1	0	1	0	0	830
47	1	0	0	0	1	0	0	1	0	789	101	0	1	0	0	1	0	0	1	0	900
48	1	0	0	0	1	0	0	1	0	780	102	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1160
49	1	0	0	0	1	0	0	1	0	760	103	0	1	0	0	1	0	0	1	0	930
50	1	0	0	0	1	0	0	1	0	830	104	0	1	0	0	1	0	0	1	0	940
51	1	0	0	0	1	0	0	1	0	750	105	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1050
52	1	0	0	0	1	0	0	0	1	810	106	0	1	0	0	1	0	0	0	1	800
53	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	107	0	1	0	0	1	0	0	0	1	900
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	870	108	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1000

2. ВЫБОР МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ

Для оценки недвижимости для целей налогообложения на активных рынках рекомендуется использовать мультипликативную модель следующего вида:

$$\text{СТОИМОСТЬ ОБЪЕКТА} = C_B \times K_1 \times \dots \times K_n \times \text{ПЛОЩАДЬ}. \quad (1)$$

В дальнейшем для упрощения изложения, параметр «ПЛОЩАДЬ» временно опустим, т.е. под ценой будем понимать удельную стоимость единицы площади, а вместо переменной «СТОИМОСТЬ ОБЪЕКТА» будем использовать ее математический аналог – переменную \hat{y} .

В рамках сформулированной выше постановки задачи рассмотрим алгоритмы построения трех мультипликативных моделей оценки стоимости:

- модели, основанной на методе регрессионного анализа;
- кластерной модели, основанной на методе параллельных сечений.
- кластерной модели, основанной на методе последовательных сечений;

2.1. МОДЕЛЬ, ОСНОВАННАЯ НА МЕТОДЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Практика оценки недвижимости показывает, что в классе моделей (1) достаточно хорошими аппроксимирующими свойствами обладает регрессионная мультипликативная⁶ модель следующего вида:

$$\hat{y} = a_0 \times a_1^{x_1} \times a_2^{x_2} \times \dots \times a_m^{x_m}. \quad (2)$$

Параметры a_0, a_1, \dots, a_m этой модели определяются методом наименьших квадратов. Основная задача модели оценки стоимости – моделирование зависимости цены \hat{y} от ценообразующих факторов x_1, x_2, \dots, x_m .

Для построения модели (2) *одно из значений каждого ценообразующего фактора*, которые представлены в таблице 2, выберем в качестве *базового*, и исключим из таблицы. Иначе говоря, для этих значений не будем выделять отдельные переменные. При этом объект недвижимости, имеющий базовые значения ценообразующих факторов, определим как *эталонный* объект. В качестве эталонного объекта недвижимости может быть выбран объект, обладающий любыми характеристиками, например, наиболее типичный или наиболее распространенный объект недвижимости.

Выберем в оцениваемом поселении в качестве эталонного объекта 1 комнатную квартиру в кирпичном доме, находящуюся в 1 зоне. С учетом этого составим таблицу обозначений и значений ценообразующих факторов (табл. 4).

Таблица 4

Описание ценообразующих факторов

Наименование ценообразующего фактора	Обозначение ценообразующего фактора	Значение ценообразующего фактора
Зона 1	отсутствует	Базовое
Зона 2	x_1	Наличие: $x_1=1$, отсутствие: $x_1=0$
Кирпичный	отсутствует	Базовое
Блочный	x_2	Наличие: $x_2=1$, отсутствие: $x_2=0$
Деревянный	x_3	Наличие: $x_3=1$, отсутствие: $x_3=0$
1 комн	отсутствует	Базовое
2 комн	x_4	Наличие: $x_4=1$, отсутствие: $x_4=0$
3 комн	x_5	Наличие: $x_5=1$, отсутствие: $x_5=0$
4 комн	x_6	Наличие: $x_6=1$, отсутствие: $x_6=0$
Реальная цена	y	Реальное
Оцениваемая стоимость	\hat{y}	Вычисляемое

⁶ Выбор моделей возможен также и в классе аддитивных моделей, алгоритм построения которых подобен рассматриваемому, но не включает процедуры логарифмирования исходных данных и восстановления (потенцирования) значений коэффициентов модели из значений их логарифмов (см. далее п. 2.1.1).

В соответствии с таблицей 4 на базе таблицы 3 составим усеченную (без базовых значений ценообразующих факторов) таблицу наблюдений (табл. 5). В этой таблице присутствует значения всех факторов за исключением базовых, характерных для эталонного объекта.

Таблица 5

Кодировка ценообразующих факторов

Номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	Цена y	Номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	Цена y
1	0	0	0	0	0	0	800	55	0	0	1	0	0	1	840
2	0	0	0	0	0	0	802	56	0	0	1	0	0	1	860
3	0	0	0	0	0	0	750	57	1	0	0	0	0	0	960
4	0	0	0	0	0	0	760	58	1	0	0	0	0	0	962
5	0	0	0	0	0	0	798	59	1	0	0	0	0	0	912
6	0	0	0	0	0	0	804	60	1	0	0	0	0	0	958
7	0	0	0	1	0	0	880	61	1	0	0	0	0	0	966
8	0	0	0	1	0	0	805	62	1	0	0	1	0	0	850
9	0	0	0	1	0	0	860	63	1	0	0	1	0	0	1033
10	0	0	0	1	0	0	880	64	1	0	0	1	0	0	1050
11	0	0	0	0	1	0	965	65	1	0	0	0	1	0	1158
12	0	0	0	0	1	0	989	66	1	0	0	0	1	0	1166
13	0	0	0	0	1	0	910	67	1	0	0	0	1	0	1188
14	0	0	0	0	1	0	990	68	1	0	0	0	1	0	1122
15	0	0	0	0	1	0	960	69	1	0	0	0	1	0	1133
16	0	0	0	0	1	0	969	70	1	0	0	0	0	1	1280
17	0	0	0	0	0	1	1050	71	1	0	0	0	0	1	1270
18	0	0	0	0	0	1	1068	72	1	0	0	0	0	1	1260
19	0	0	0	0	0	1	1058	73	1	0	0	0	0	1	1200
20	0	0	0	0	0	1	1050	74	1	0	0	0	0	1	1260
21	0	1	0	0	0	0	713	75	1	1	0	0	0	0	870
22	0	1	0	0	0	0	715	76	1	1	0	0	0	0	840
23	0	1	0	0	0	0	727	77	1	1	0	0	0	0	850
24	0	1	0	0	0	0	740	78	1	1	0	0	0	0	880
25	0	1	0	1	0	0	780	79	1	1	0	1	0	0	970
26	0	1	0	1	0	0	810	80	1	1	0	1	0	0	960
27	0	1	0	1	0	0	788	81	1	1	0	1	0	0	930
28	0	1	0	0	1	0	880	82	1	1	0	1	0	0	955
29	0	1	0	0	1	0	870	83	1	1	0	0	1	0	1020
30	0	1	0	0	1	0	850	84	1	1	0	0	1	0	1044
31	0	1	0	0	1	0	900	85	1	1	0	0	1	0	1025
32	0	1	0	0	1	0	860	86	1	1	0	0	1	0	1045
33	0	1	0	0	0	1	905	87	1	1	0	0	1	0	1000
34	0	1	0	0	0	1	945	88	1	1	0	0	0	1	1144
35	0	1	0	0	0	1	1000	89	1	1	0	0	0	1	1177
36	0	1	0	0	0	1	920	90	1	1	0	0	0	1	1188
37	0	1	0	0	0	1	940	91	1	1	0	0	0	1	1057
38	0	0	1	0	0	0	635	92	1	1	0	0	0	1	1111
39	0	0	1	0	0	0	600	93	1	0	1	0	0	0	777
40	0	0	1	0	0	0	640	94	1	0	1	0	0	0	780
41	0	0	1	0	0	0	620	95	1	0	1	0	0	0	1000
42	0	0	1	0	0	0	650	96	1	0	1	1	0	0	850
43	0	0	1	0	0	0	642	97	1	0	1	1	0	0	860
44	0	0	1	1	0	0	900	98	1	0	1	1	0	0	866
45	0	0	1	1	0	0	740	99	1	0	1	1	0	0	840
46	0	0	1	1	0	0	700	100	1	0	1	1	0	0	830

Номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	Цена y	Номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	Цена y
47	0	0	1	0	1	0	789	101	1	0	1	0	1	0	900
48	0	0	1	0	1	0	780	102	1	0	1	0	1	0	1160
49	0	0	1	0	1	0	760	103	1	0	1	0	1	0	930
50	0	0	1	0	1	0	830	104	1	0	1	0	1	0	940
51	0	0	1	0	1	0	750	105	1	0	1	0	0	1	1050
52	0	0	1	0	0	1	810	106	1	0	1	0	0	1	800
53	0	0	1	0	0	1	840	107	1	0	1	0	0	1	900
54	0	0	1	0	0	1	870	108	1	0	1	0	0	1	1000

С учетом данных, представленных в таблице 5, модель оценки стоимости будет иметь следующий вид:

$$\hat{y} = a_0 \times a_1^{x_1} \times a_2^{x_2} \times a_3^{x_3} \times a_4^{x_4} \times a_5^{x_5} \times a_6^{x_6}. \quad (3)$$

Здесь \hat{y} – оценка рыночной стоимости квадратного метра квартиры; a_0 – свободный параметр модели, представляющий собой стоимость квадратного метра общей площади эталонной квартиры (однокомнатной квартиры, находящейся в кирпичном доме в 1-й ценовой зоне); a_1, a_2, \dots, a_6 – параметры, позволяющие скорректировать стоимость квартиры на местоположение, материал стен и количество комнат соответственно.

Если значения всех ценообразующих факторов в модели (3) будут равны нулю ($x_1=x_2=\dots=x_m=0$), то оценка рыночной стоимости будет соответствовать стоимости эталонного объекта: $\hat{y} = a_0$, т.е. однокомнатной квартиры с кирпичными стенами, расположенной в 1 ценовой зоне.

2.1.1 Расчет параметров модели оценки стоимости

Для расчета параметров модели (3) преобразуем ее в аддитивный вид путем логарифмирования:

$$\ln(\hat{y}) = \ln(a_0) + x_1 \times \ln(a_1) + x_2 \times \ln(a_2) + \dots + x_6 \times \ln(a_6). \quad (4)$$

Для того чтобы с использованием компьютера рассчитать коэффициенты модели (4), необходимо предварительно заполнить таблицу значений наблюдений в обозначениях этой модели (табл. 6). Таблица 6 отличается от таблицы 5 тем, что в ней в соответствии с моделью (4) вместо цен используются их логарифмы.

Таблица 6

Кодировка факторов для аддитивной «логарифмической» модели

номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	Ln (цена) Ln y	номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	Ln (цена) Ln y
1	0	0	0	0	0	0	6,685	55	0	0	1	0	0	1	6,733
2	0	0	0	0	0	0	6,687	56	0	0	1	0	0	1	6,757
3	0	0	0	0	0	0	6,620	57	1	0	0	0	0	0	6,867
4	0	0	0	0	0	0	6,633	58	1	0	0	0	0	0	6,869
5	0	0	0	0	0	0	6,682	59	1	0	0	0	0	0	6,816
6	0	0	0	0	0	0	6,690	60	1	0	0	0	0	0	6,865
7	0	0	0	1	0	0	6,780	61	1	0	0	0	0	0	6,873

номер	зона 2 X ₁	блочный X ₂	деревянный X ₃	2 комнатная X ₄	3 комнатная X ₅	4 комнатная X ₆	Лп (цена) Лп y	номер	зона 2 X ₁	блочный X ₂	деревянный X ₃	2 комнатная X ₄	3 комнатная X ₅	4 комнатная X ₆	Лп (цена) Лп y
8	0	0	0	1	0	0	6,691	62	1	0	0	1	0	0	6,745
9	0	0	0	1	0	0	6,757	63	1	0	0	1	0	0	6,940
10	0	0	0	1	0	0	6,780	64	1	0	0	1	0	0	6,957
11	0	0	0	0	1	0	6,872	65	1	0	0	0	1	0	7,054
12	0	0	0	0	1	0	6,897	66	1	0	0	0	1	0	7,061
13	0	0	0	0	1	0	6,813	67	1	0	0	0	1	0	7,080
14	0	0	0	0	1	0	6,898	68	1	0	0	0	1	0	7,023
15	0	0	0	0	1	0	6,867	69	1	0	0	0	1	0	7,033
16	0	0	0	0	1	0	6,876	70	1	0	0	0	0	1	7,155
17	0	0	0	0	0	1	6,957	71	1	0	0	0	0	1	7,147
18	0	0	0	0	0	1	6,974	72	1	0	0	0	0	1	7,139
19	0	0	0	0	0	1	6,964	73	1	0	0	0	0	1	7,090
20	0	0	0	0	0	1	6,957	74	1	0	0	0	0	1	7,139
21	0	1	0	0	0	0	6,569	75	1	1	0	0	0	0	6,768
22	0	1	0	0	0	0	6,572	76	1	1	0	0	0	0	6,733
23	0	1	0	0	0	0	6,589	77	1	1	0	0	0	0	6,745
24	0	1	0	0	0	0	6,607	78	1	1	0	0	0	0	6,780
25	0	1	0	1	0	0	6,659	79	1	1	0	1	0	0	6,877
26	0	1	0	1	0	0	6,697	80	1	1	0	1	0	0	6,867
27	0	1	0	1	0	0	6,669	81	1	1	0	1	0	0	6,835
28	0	1	0	0	1	0	6,780	82	1	1	0	1	0	0	6,862
29	0	1	0	0	1	0	6,768	83	1	1	0	0	1	0	6,928
30	0	1	0	0	1	0	6,745	84	1	1	0	0	1	0	6,951
31	0	1	0	0	1	0	6,802	85	1	1	0	0	1	0	6,932
32	0	1	0	0	1	0	6,757	86	1	1	0	0	1	0	6,952
33	0	1	0	0	0	1	6,808	87	1	1	0	0	1	0	6,908
34	0	1	0	0	0	1	6,851	88	1	1	0	0	0	1	7,042
35	0	1	0	0	0	1	6,908	89	1	1	0	0	0	1	7,071
36	0	1	0	0	0	1	6,824	90	1	1	0	0	0	1	7,080
37	0	1	0	0	0	1	6,846	91	1	1	0	0	0	1	6,963
38	0	0	1	0	0	0	6,454	92	1	1	0	0	0	1	7,013
39	0	0	1	0	0	0	6,397	93	1	0	1	0	0	0	6,655
40	0	0	1	0	0	0	6,461	94	1	0	1	0	0	0	6,659
41	0	0	1	0	0	0	6,430	95	1	0	1	0	0	0	6,908
42	0	0	1	0	0	0	6,477	96	1	0	1	1	0	0	6,745
43	0	0	1	0	0	0	6,465	97	1	0	1	1	0	0	6,757
44	0	0	1	1	0	0	6,802	98	1	0	1	1	0	0	6,764
45	0	0	1	1	0	0	6,607	99	1	0	1	1	0	0	6,733
46	0	0	1	1	0	0	6,551	100	1	0	1	1	0	0	6,721
47	0	0	1	0	1	0	6,671	101	1	0	1	0	1	0	6,802
48	0	0	1	0	1	0	6,659	102	1	0	1	0	1	0	7,056
49	0	0	1	0	1	0	6,633	103	1	0	1	0	1	0	6,835
50	0	0	1	0	1	0	6,721	104	1	0	1	0	1	0	6,846
51	0	0	1	0	1	0	6,620	105	1	0	1	0	0	1	6,957
52	0	0	1	0	0	1	6,697	106	1	0	1	0	0	1	6,685
53	0	0	1	0	0	1	6,733	107	1	0	1	0	0	1	6,802
54	0	0	1	0	0	1	6,768	108	1	0	1	0	0	1	6,908

2.1.2. Расчет коэффициентов логарифмической (линеаризованной) модели

Расчет коэффициентов модели (4) осуществляется на компьютере с помощью пакета прикладных программ. Так, например, в среде MS EXCEL в пакете *Анализ данных*⁷ имеется функция *Регрессия*, позволяющая получить значения коэффициентов модели (4)⁸.

Для расчета коэффициентов модели в качестве входного интервала Y нужно указать столбец, содержащий данные о логарифмах цен, а в качестве входного интервала X – указать массив данных обо всех ценообразующих факторах таблицы 6. После нажатия кнопки **ОК** на экране под рубрикой **ВЫВОД ИТОГОВ** выводится информация о показателях статистической надежности модели (4) и значениях ее коэффициентов в виде трех таблиц (табл. 7,8,9).

Таблица 7

Регрессионная статистика

Множественный R	0,940764055
R-квадрат	0,885037007
Нормированный R-квадрат	0,878207522
Стандартная ошибка	0,058649088
Наблюдения	108

Таблица 8

Дисперсионный анализ⁹

(вариация результата у)	<i>df</i> (число степеней свободы)	<i>SS</i> (сумма квадратов отклонений)	<i>MS</i> (дисперсия на одну степень свободы)	<i>F</i> (расчетное значение F критерия)	<i>Значимость F</i> (уровень значимости)
Регрессия (факторная)	6	2,674528704	0,445754784	129,5905971	3,84798E-45
Остаток (остаточная)	101	0,347411264	0,003439715		
Итого (общая)	107	3,021939968			

Таблица 9

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	6,67512101	0,0140681	474,484487	6,438E-171	6,647213	6,7030284
Переменная X 1	0,17764388	0,0113461	15,6568170	9,082E-29	0,1551362	0,2001515
Переменная X 2	-0,09172776	0,0137750	-6,6589795	1,462E-09	-0,1190537	-0,0644017
Переменная X 3	-0,19385414	0,0137647	-14,083416	1,438E-25	-0,2211596	-0,1665486
Переменная X 4	0,09118724	0,0167850	5,43266185	3,852E-07	0,0578903	0,1244841
Переменная X 5	0,19212105	0,0154272	12,4533179	3,979E-22	0,1615174	0,2227246
Переменная X 6	0,25851685	0,0157248	16,4399769	2,599E-30	0,2273229	0,2897108

⁷ Прежде, чем воспользоваться этим программным обеспечением, необходимо проверить доступ к нему. Для этого в главном меню надо последовательно выбрать *Сервис/Настройка* и установить флажок *Пакет анализа*. Если при установке офиса была использована конфигурация по умолчанию, то Excel потребует установочный диск.

⁸ Необходимо помнить, что MS EXCEL имеет ограничения по количеству входных данных. Так, например, он позволяет строить регрессионные модели с количеством независимых входных переменных, не превышающим 16. Если количество переменных больше 16, необходимо задействовать другие стандартные пакеты прикладных программ, например, ППП Manugistics StatGraphics Plus 5.1 Enterprise. Другим выходом является переход к моделям с количественными и квазиколичественными факторами, рассмотрение которых выходит за рамки настоящих рекомендаций.

⁹ Мелким шрифтом синим цветом в скобках даны принятые в отечественной литературе наименования параметров.

Для удобства восприятия результатов расчета представим таблицу 9 в измененном виде, раскрыв конкретные названия факторов модели и сократив количество значащих цифр.

Таблица 10

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Свободный член	6,6751	0,0141	474,4845	6,438E-171	6,6472	6,6751
x1 = зона 2	0,1776	0,0113	15,6568	9,082E-29	0,1551	0,1776
x2 = блочный	-0,0917	0,0138	-6,6590	1,462E-09	-0,1191	-0,0917
x3 = деревянный	-0,1939	0,0138	-14,0834	1,438E-25	-0,2212	-0,1939
x4 = 2 комнатная	0,0912	0,0168	5,4327	3,852E-07	0,0579	0,0912
x5 = 3 комнатная	0,1921	0,0154	12,4533	3,979E-22	0,1615	0,1921
x6 = 4 комнатная	0,2585	0,0157	16,4400	2,599E-30	0,2273	0,2585

Для логарифмической модели (4) в третьей строке таблицы 7 представлено значение нормированного коэффициента детерминации **R-квадрат** = 0,878, скорректированного на число степеней свободы (учитывающее объем выборки и количество независимых переменных). Данный коэффициент говорит о том, что модель (4) объясняет приблизительно 88% вариации логарифмов цен на рынке жилой недвижимости данного поселения при вариации по всей выборке логарифмов учтенных в модели факторов. По величине этого показателя нельзя напрямую сравнивать качество линейных и линеаризованных (как в нашем случае) регрессионных моделей, поэтому в дальнейшем (см. п.2.1.5) значение коэффициента детерминации рассчитывается в исходных координатах рыночных цен и их модельных оценок. На практике в качестве минимального (критического) значения данного коэффициента обычно принимают значение, равное 0,7.

Оценку надежности уравнения регрессии в целом и показателя тесноты связи (**множественный R** – первая строка табл.7) проводят с помощью **F-критерия Фишера**.¹⁰ Его расчетное значение должно быть больше критического (табличного). Обычно критическое значение **Fкрит** для объема выборки более чем 100 наблюдений находится на уровне 2-3 единиц¹¹. Расчетное значение критерия Фишера для логарифмической модели (4) представлено в столбце 5 таблицы 8: **Fрасч=129,59**. Оно на порядки больше критического значения. Вероятность случайно получить такое значение F-критерия составляет (см. столбец 6 табл.8, *значимость F*) бесконечно малую величину $3,848 \times 10^{-45}$. Уровень вероятности, с которой модель можно считать статистически значимой, определяется вычитанием из единицы значения *значимость F*. В данном случае эта вероятность практически равна 1.

В общем случае, для того чтобы модель (4) считалась статистически надежной, например, с не менее чем 95% вероятностью, необходимо, чтобы выполнялось неравенство: **Значимость F** $\leq 0,05$. Если принять статистическую значимость на уровне 90%, то нужно добиваться выполнения неравенства **Значимость F** $\leq 0,1$.

Кроме проверки значимости регрессионного уравнения в целом, целесообразно выполнить оценку надежности получения отдельных коэффициентов модели. Другим словами, необходимо проверить статистическую надежность выявленной связи между моделируемой величиной (средней ценой объекта) и конкретным влияющим фактором. В таблицах 9 и 10 представлена информация о значимости коэффициентов рассматриваемой модели, оцененной с помощью *t*-

¹⁰ Применение данного критерия предполагает нормальность распределения исследуемой величины (в данном случае – рыночных цен), что приводит к необходимости проверки хотя бы приблизительного выполнения этого условия в случаях близости расчетного и критического значений критерия. Уверенное использование критерия возможно при больших объемах выборки.

¹¹ Точное значение F-критерия Фишера можно определить по справочной таблице критических значений F-распределения Фишера или с помощью встроенной функции ФРАСПОБР *Мастера функций MS Excel*, при следующих входных данных: *вероятность* = 0,05, *степени свободы 1* = числу независимых переменных, *степени свободы 2* = объем выборки минус число независимых переменных и минус единица. В рассматриваемом случае **Fкрит** (0,05, 6, 101) = 2,18.

критерия *Стьюдента*¹². Для того чтобы каждый коэффициент модели считался значимым, необходимо, чтобы абсолютное значение *t-статистики* для этого коэффициента (столбец 4 табл. 9, 10) превышало критическое значение¹³. В столбце 5 таблицы 9 представлен уровень значимости значений коэффициентов модели в долях единицы (*P-значение*). Если этот показатель меньше принятого уровня (обычно 0,05; что соответствует надежности принятия решения с 5% вероятностью ошибки), делают вывод о неслучайной природе данного значения коэффициента, т.е. о том, что он статистически значим и надежен. Для того чтобы коэффициент, например, с не менее чем 90% вероятностью считался статистически надежным, необходимо, чтобы уровень значимости *P-Значение* $\leq 0,1$.

Следует обращать внимание на совпадение знаков оценок границ доверительного интервала для значений коэффициентов регрессионной модели (столбцы 6 и 7 таблиц 9, 10). Если знаки величин *Нижние 95%* и *Верхние 95%*, являющихся границами доверительного интервала для коэффициента модели, различаются, это означает, что доверительный интервал включает в себя нулевое значение проверяемого коэффициента. Такой случай следует рассматривать как необоснованное включение факторного признака в состав основных влияющих факторов модели и проводить объединение данной группы (или градации) с ближайшей к ней по величине коэффициента модели. Расчет коэффициентов модели при этом необходимо провести заново.

В рассматриваемом примере значимость всех влияющих факторов не вызывает сомнений, однако практика показывает, что в условиях ограниченного объема рыночной информации, надежность которой также не абсолютна, получить высокие показатели надежности иногда бывает достаточно сложно. Поэтому статистическую надежность уравнения регрессии в целом и отдельных его коэффициентов на уровне 70-90% при построении моделей оценки стоимости недвижимости можно считать приемлемой.

Выполнение перечисленных выше критериев является необходимым условием построения корректных регрессионных моделей оценки стоимости. Невыполнение этих критериев может быть следствием многих причин, главными из которых являются следующие: неправильный выбор ценообразующих факторов, недостоверность информации, недостаточность объема экспериментальной выборки. В любом случае, если критерии не выполняются, перед тем как рассчитывать коэффициенты, нужно попытаться устранить эти причины. В частности, корректность выбора экспертами ценообразующих факторов и представление их в цифровом виде можно попытаться проверить с использованием формальных математических подходов (см. далее п.3).

2.1.3. Расчет коэффициентов исходной мультипликативной модели регрессии

В таблице 9 или 10 показаны результаты оценок коэффициентов модели (4): $\ln a_0, \ln a_1, \ln a_2, \dots, \ln a_6$. Для того чтобы перейти собственно к параметрам $a_0, a_1, a_2, \dots, a_6$ модели (3) необходимо полученные значения преобразовать (потенцировать), взяв от них экспоненту.

После такого преобразования получим следующее выражение для оценки стоимости недвижимости методом массовой оценки:

$$\hat{y} = 792,44 \times 1,194^{x_1} \times 0,912^{x_2} \times 0,824^{x_3} \times 1,095^{x_4} \times 1,212^{x_5} \times 1,295^{x_6}. \quad (5)$$

¹² Данный критерий также предполагает нормальное распределение исследуемой случайной величины. Уверенно им можно пользоваться при существенных объемах выборки (более 100) или хотя бы приблизительно нормальном распределении остатков модели, см. далее п.2.1.5. При невыполнении этих требований, вместо *t-критерия* рекомендуется использовать непараметрический критерий Крамера-Уэлча (см., например [9], а также далее п. 3).

¹³ Точное значение *t-статистики* можно определить по справочной таблице критических значений *t-статистики* (критерии Стьюдента) или с помощью встроенной функции MS Excel СТЬЮДРАСПОБР (*вероятность* = 0,05, *степени свободы* = объем выборки минус число независимых переменных и минус единица). В рассматриваемом случае $t_{\text{крит}}(0,05, 101) = 1,98$.

2.1.4. Расчет стоимости квартир с помощью регрессионной модели оценки

Из уравнения (5) модели следует, что стоимость квадратного метра эталонной квартиры (однокомнатной квартиры, находящейся в кирпичном доме в 1-й ценовой зоне) равна **792,44** д.е.

Аналогичные квартиры, находящиеся во второй ценовой зоне, дороже эталонной примерно на 19% (параметр 1,194). Квартиры, находящиеся в блочном доме, дешевле таких же квартир, расположенных в кирпичных домах, примерно на 9% (параметр 0,912). Квартиры, находящиеся в деревянных домах, дешевле аналогичных квартир, расположенных в кирпичных домах, примерно на 18% (параметр 0,824). Четырехкомнатные квартиры дороже одно, двух и трех комнатных квартир¹⁴, и т.д.

Расчетные значения стоимости единицы общей площади оцениваемых квартир получены по формуле (5) с использованием значений переменных, представленных в таблице 6.

Так, например, для объекта №7 (зона 2, кирпичный, однокомнатная) $x_1=0$, $x_2=0$, $x_3=0$, $x_4=1$, $x_5=0$, $x_6=0$,

$$\hat{y} = 792,44 \times 1,194^0 \times 0,912^0 \times 0,824^0 \times 1,095^1 \times 1,212^0 \times 1,295^0 = 792,44 \times 1,095 = 868 \text{ д.е.},$$

для объекта №55 (зона 1, деревянный, 4х комнатная) $x_1=0$, $x_2=0$, $x_3=1$, $x_4=0$, $x_5=0$, $x_6=1$,

$$\hat{y} = 792,44 \times 1,194^0 \times 0,912^0 \times 0,824^1 \times 1,095^0 \times 1,212^0 \times 1,295^1 = 792,44 \times 0,824 \times 1,295 = 846 \text{ д.е.},$$

и для объекта №87 (зона 2, блочный, 3х комнатная) $x_1=1$, $x_2=1$, $x_3=0$, $x_4=0$, $x_5=1$, $x_6=0$,

$$\hat{y} = 792,44 \times 1,194^1 \times 0,912^1 \times 0,824^0 \times 1,095^0 \times 1,212^1 \times 1,295^0 = 792,44 \times 1,194 \times 0,912 \times 1,212 = 1046 \text{ д.е.}$$

Результаты расчета рыночных стоимостей оцениваемых квартир представлены в таблице 11. Там же приведены значения отношения вычисленной оценки стоимости к цене объекта на рынке, необходимые для дальнейшего рассмотрения.

Таблица 11

Рыночные цены и рассчитанные по регрессионной модели стоимости квартир экспериментальной выборки

номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	цена y_i	оценка \hat{y}_i	отношение оценка / цена	номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	цена y_i	оценка \hat{y}_i	отношение оценка / цена
1	0	0	0	0	0	0	800	792	0,99	55	0	0	1	0	0	1	840	846	1,01
2	0	0	0	0	0	0	802	792	0,99	56	0	0	1	0	0	1	860	846	0,98
3	0	0	0	0	0	0	750	792	1,06	57	1	0	0	0	0	0	960	946	0,99
4	0	0	0	0	0	0	760	792	1,04	58	1	0	0	0	0	0	962	946	0,98
5	0	0	0	0	0	0	798	792	0,99	59	1	0	0	0	0	0	912	946	1,04
6	0	0	0	0	0	0	804	792	0,99	60	1	0	0	0	0	0	958	946	0,99
7	0	0	0	1	0	0	880	868	0,99	61	1	0	0	0	0	0	966	946	0,98
8	0	0	0	1	0	0	805	868	1,08	62	1	0	0	1	0	0	850	1036	1,22
9	0	0	0	1	0	0	860	868	1,01	63	1	0	0	1	0	0	1033	1036	1,00
10	0	0	0	1	0	0	880	868	0,99	64	1	0	0	1	0	0	1050	1036	0,99
11	0	0	0	0	1	0	965	960	0,99	65	1	0	0	0	1	0	1158	1147	0,99
12	0	0	0	0	1	0	989	960	0,97	66	1	0	0	0	1	0	1166	1147	0,98
13	0	0	0	0	1	0	910	960	1,05	67	1	0	0	0	1	0	1188	1147	0,97

¹⁴ С экономической точки зрения последнее может быть объяснено тем, что на рынке оцениваемых квартир данного поселения спрос на четырехкомнатные квартиры выше спроса на квартиры с меньшим количеством комнат. Следует заметить, что сегодня во многих крупных городах наблюдается обратная квартира. Самую высокую стоимость одного квадратного метра имеют однокомнатные квартиры. Связано это с тем, что в таких городах квартиры становятся предметом бизнеса. Люди сдают их в аренду либо покупают с целью дальнейшей перепродажи по более высокой цене. Однокомнатные квартиры удобнее для организации такого бизнеса с позиции их более высокой ликвидности.

номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	цена y_i	оценка \hat{y}_i	отношение оценка / цена	номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	цена y_i	оценка \hat{y}_i	отношение оценка / цена
14	0	0	0	0	1	0	990	960	0,97	68	1	0	0	0	1	0	1122	1147	1,02
15	0	0	0	0	1	0	960	960	1,00	69	1	0	0	0	1	0	1133	1147	1,01
16	0	0	0	0	1	0	969	960	0,99	70	1	0	0	0	0	1	1280	1225	0,96
17	0	0	0	0	0	1	1050	1026	0,98	71	1	0	0	0	0	1	1270	1225	0,96
18	0	0	0	0	0	1	1068	1026	0,96	72	1	0	0	0	0	1	1260	1225	0,97
19	0	0	0	0	0	1	1058	1026	0,97	73	1	0	0	0	0	1	1200	1225	1,02
20	0	0	0	0	0	1	1050	1026	0,98	74	1	0	0	0	0	1	1260	1225	0,97
21	0	1	0	0	0	0	713	723	1,01	75	1	1	0	0	0	0	870	863	0,99
22	0	1	0	0	0	0	715	723	1,01	76	1	1	0	0	0	0	840	863	1,03
23	0	1	0	0	0	0	727	723	0,99	77	1	1	0	0	0	0	850	863	1,02
24	0	1	0	0	0	0	740	723	0,98	78	1	1	0	0	0	0	880	863	0,98
25	0	1	0	1	0	0	780	791	1,01	79	1	1	0	1	0	0	970	945	0,97
26	0	1	0	1	0	0	810	791	0,98	80	1	1	0	1	0	0	960	945	0,98
27	0	1	0	1	0	0	788	791	1,00	81	1	1	0	1	0	0	930	945	1,02
28	0	1	0	0	1	0	880	876	1,00	82	1	1	0	1	0	0	955	945	0,99
29	0	1	0	0	1	0	870	876	1,01	83	1	1	0	0	1	0	1020	1046	1,03
30	0	1	0	0	1	0	850	876	1,03	84	1	1	0	0	1	0	1044	1046	1,00
31	0	1	0	0	1	0	900	876	0,97	85	1	1	0	0	1	0	1025	1046	1,02
32	0	1	0	0	1	0	860	876	1,02	86	1	1	0	0	1	0	1045	1046	1,00
33	0	1	0	0	0	1	905	936	1,03	87	1	1	0	0	1	0	1000	1046	1,05
34	0	1	0	0	0	1	945	936	0,99	88	1	1	0	0	0	1	1144	1117	0,98
35	0	1	0	0	0	1	1000	936	0,94	89	1	1	0	0	0	1	1177	1117	0,95
36	0	1	0	0	0	1	920	936	1,02	90	1	1	0	0	0	1	1188	1117	0,94
37	0	1	0	0	0	1	940	936	1,00	91	1	1	0	0	0	1	1057	1117	1,06
38	0	0	1	0	0	0	635	653	1,03	92	1	1	0	0	0	1	1111	1117	1,01
39	0	0	1	0	0	0	600	653	1,09	93	1	0	1	0	0	0	777	780	1,00
40	0	0	1	0	0	0	640	653	1,02	94	1	0	1	0	0	0	780	780	1,00
41	0	0	1	0	0	0	620	653	1,05	95	1	0	1	0	0	0	1000	780	0,78
42	0	0	1	0	0	0	650	653	1,00	96	1	0	1	1	0	0	850	854	1,00
43	0	0	1	0	0	0	642	653	1,02	97	1	0	1	1	0	0	860	854	0,99
44	0	0	1	1	0	0	900	715	0,79	98	1	0	1	1	0	0	866	854	0,99
45	0	0	1	1	0	0	740	715	0,97	99	1	0	1	1	0	0	840	854	1,02
46	0	0	1	1	0	0	700	715	1,02	100	1	0	1	1	0	0	830	854	1,03
47	0	0	1	0	1	0	789	791	1,00	101	1	0	1	0	1	0	900	945	1,05
48	0	0	1	0	1	0	780	791	1,01	102	1	0	1	0	1	0	1160	945	0,81
49	0	0	1	0	1	0	760	791	1,04	103	1	0	1	0	1	0	930	945	1,02
50	0	0	1	0	1	0	830	791	0,95	104	1	0	1	0	1	0	940	945	1,01
51	0	0	1	0	1	0	750	791	1,05	105	1	0	1	0	0	1	1050	1010	0,96
52	0	0	1	0	0	1	810	846	1,04	106	1	0	1	0	0	1	800	1010	1,26
53	0	0	1	0	0	1	840	846	1,01	107	1	0	1	0	0	1	900	1010	1,12
54	0	0	1	0	0	1	870	846	0,97	108	1	0	1	0	0	1	1000	1010	1,01

Как следует из анализа полученных расчетных данных, среднее по всей выборке значение отношения «оценка/цена» составляет 1,00, минимальное значение – 0,78 (объект №95), максимальное – 1,26 (объект №106).

Из 108 объектов выборки оценка превышает цену у 54 объектов (выделены голубым цветом) и не превышает (равна и ниже) ее – также у 54 объектов.

2.1.5. Оценка качества регрессионной модели оценки

Оценку качества модели (5) выполним на основе данных о разности реальных значений цен и их оценок (в терминах статистики – остатков) по модели (5) с помощью следующих показателей¹⁵: коэффициента детерминации; обобщенной ошибки модели оценки; средней ошибки аппроксимации, а также по результатам анализа распределения остатков модели.

Оценка коэффициента детерминации

Коэффициент детерминации является одной из обобщенных мер качества модели оценки. Он показывает, какую долю изменения рыночных цен объясняют факторы, включенные в модель оценки, и рассчитывается по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (6)$$

где y_i – реальное значение удельной цены, \hat{y}_i – вычисленное по модели значение удельной цены (расчетная цена продажи, т.е. оценка рыночной стоимости), \bar{y} – среднее значение реальных цен, n – количество наблюдений реальных цен.

На основе данных таблицы 11 рассчитаем значение коэффициента детерминации:

$$\sum_{i=1}^{108} (y_i - \hat{y}_i)^2 = 293558; \quad \sum_{i=1}^{108} (y_i - \bar{y})^2 = 2528676. \quad \text{Отсюда } R^2 = 1 - \frac{291988}{2528676} = 0,885.$$

Для корректного сравнения оценок качества различных моделей целесообразно использовать нормированный коэффициент детерминации, скорректированный на число степеней свободы (конечного объема выборки n и числа независимых переменных в уравнении регрессии m). В данном случае, $n=108$, $m=6$ (1 зона + 2 типа стен + 3 типа квартир), отсюда:

$$\hat{R}_{\text{корр}}^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{(n-1)}{(n-m-1)} = 1 - (1 - 0,885) \times \frac{108-1}{108-6-1} = 0,878^{16}.$$

Это означает, что регрессионная модель (5) оценки стоимости примерно на 88% объясняет изменение цен в экспериментальной выборке. Оставшиеся 12% вариации цен выборки обусловлены не учитываемыми моделью факторами.

На практике в качестве минимального (критического) значения данного коэффициента принимают значение, равное 0,7.

Обобщенная оценка ошибки модели

Обобщенная ошибка регрессионной модели вида (3), позволяющая проводить сравнение с другими моделями, рассчитывается как выборочное среднеквадратическое отклонение (СКО) по формуле:

$$S_y = \sqrt{S_{\text{ост}}^2}, \quad (7)$$

где $S_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-m-1}$ – выборочная дисперсия ошибки регрессионной модели, n – общее количество наблюдений в экспериментальной выборке, m – число независимых переменных в уравнении регрессии.

¹⁵ Отдельная оценка качества модели (5) обусловлена тем, что критерии оценки, полученные в п. 2.1.2 справедливы только для модели (4) и, в общем случае, не могут быть напрямую использованы для оценки качества модели (5).

¹⁶ Совпадение значений коэффициентов детерминации для исходной (5) и линеаризованной (4) моделей следует рассматривать как случайное. При других объемах выборки и наборах исходных данных различия могут быть существенными

В рассматриваемом случае $n=108$, $m=6$. Отметим, что данные о числе степеней свободы модели приведены в табл.8, сформированной функцией *Регрессия* MS Excel.

На основе данных таблицы 11 рассчитаем значение выборочной дисперсии:

$$S_{ocm}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m - 1} = \frac{291988}{108 - 6 - 1} = 2891.$$

Отсюда следует, что ошибка оценки $S_y = \sqrt{2891} = 53.8$ д.е.

Более удобным для сравнения моделей является показатель относительной ошибки модели - коэффициент вариации:

$$\delta_y = \frac{S_y}{y} \times 100\% = \frac{53.8}{917} \times 100\% = 5,9\%.$$

Оценка средней ошибки аппроксимации

Средняя ошибка аппроксимации¹⁷ отражает свойства модели по воспроизведению исходных рыночных данных и рассчитывается по формуле:

$$A = \bar{\Delta}_{отн} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100\% . \quad (8)$$

В таблице 12 приведена принятая в отечественной литературе характеристика точности модели оценки в зависимости от значения данного показателя.

Таблица 12.

Характеристики точности эконометрических моделей по уровню средней ошибки аппроксимации

Значение ошибки $\bar{\Delta}_{отн}$	Характеристика точности модели
до 7%	Высокая точность
7%-12%	Хорошая точность
12%-15%	Удовлетворительная точность
свыше 15%	Неудовлетворительная точность

Средняя ошибка аппроксимации модели оценки, реализующей метод множественной регрессии, рассчитанная на основе данных таблицы 11 по формуле (8), равна 3,3%, что, согласно данным таблицы 12, соответствует высокой точности оценки.

Анализ распределения остатков модели

На основе данных таблицы 11 с помощью *Мастера диаграмм* ППП MS Excel построим гистограмму частот отношений «оценка/цена» в исходных координатах (рисунок 1) и в стандартизованных (сдвинутых на величину среднего значения и выраженного в долях СКО) координатах (рисунок 2).¹⁸

¹⁷ В отечественной литературе часто обозначается большой буквой А.

¹⁸ Надписи на рисунках даны согласно используемым в пакете MS Excel

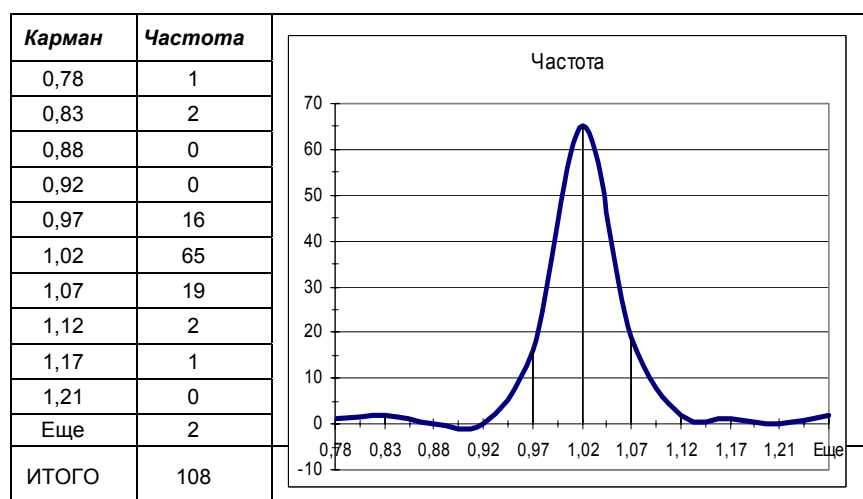


Рис. 1. Гистограмма частот отношений «оценка/цена» многомерной регрессионной модели

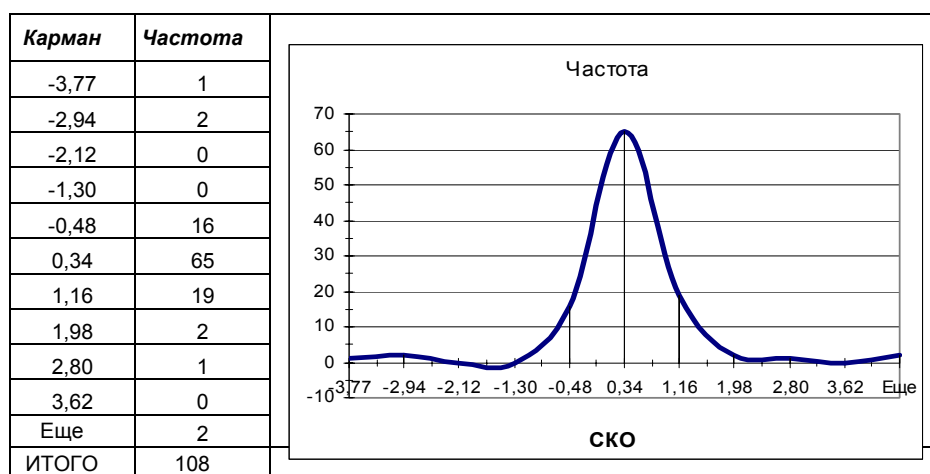


Рис.2. Стандартизованная гистограмма частот отношений «оценка/цена» многомерной регрессионной модели

Из рисунков видно, что распределение частот отношений «оценка/цена» является одномодальным (унимодальным) и имеет близкие к симметричным затухающие «крылья». Величина моды (значение переменной, соответствующее максимуму кривой распределения)¹⁹ незначительно отличается от среднего по выборке отношения (1,00). Это свидетельствует о том, что оцениваемые моделью средние значения цен хорошо соответствуют наиболее вероятным значениям, т.е. рыночным стоимостям объектов.

Сравнивая вид огибающей гистограммы распределения ошибок модели в стандартизованных координатах (рис. 2) с кривой плотности стандартного нормального распределения, можно сделать вывод о приемлемой близости этих кривых. Это означает, что предпосылки регрессии можно считать выполненными и в полной мере доверять построенной модели.

¹⁹ Грубая оценка моды может быть получена (см., например, [10]) по формуле
$$D = U + \frac{f_u - f_{u-1}}{2f_u - f_{u-1} - f_{u+1}} \times b,$$

где U – нижняя граница класса (кармана на рис.1), к которому относится наибольшее число значений; f_u – число значений в этом классе; f_{u-1} и f_{u+1} – число значений в соседних классах; b – ширина класса. В нашем случае (см. рис.1) $D = 0,97 + (65 - 10) / (130 - 10 - 25) \times 0,04 = 0,97 + 0,023 = 0,993$

Необходимо отметить и отличие – присутствие в выборке значений, отстоящих более чем на $\pm 3,5$ СКО от центра группирования. В таблице 11 к таким выделяющимся объектам можно отнести цены на квартиры с номерами наблюдений 62, 106 с одной стороны и 95, 44 – с другой.

На такие объекты необходимо обращать дополнительное внимание с целью уточнения исходных данных по ним. В ряде случаев, после уточнения информации о таких объектах, они выводятся из состава выборки как включенные в нее ошибочно из-за неучета характеристик, резко выделяющих их из группы оцениваемых объектов. Такими объектами могут быть, например, квартиры с недавно выполненным ремонтом современными материалами, существенно повышающим стоимость, или наоборот, квартиры в чрезвычайно плохом состоянии или в ветхих домах.

В реальной практике необходимо либо уточнить информацию по этим квартирам и отнести их в иную, соответствующую их параметрам группу, либо оценивать их для налогообложения индивидуальным образом (методами индивидуальной оценки). В любом из этих случаев следует пересчитать коэффициенты рассматриваемой модели.

2.1.6. Определение величины коэффициента налоговой оценки K_n

Как было отмечено в начале статьи, для минимизации рисков апелляции со стороны налогоплательщиков налоговую стоимость целесообразно устанавливать меньше рыночной путем умножения последней на некий понижающий – налоговый коэффициент.

Предлагается следующее правило определения величины этого коэффициента: налоговый коэффициент должен иметь такое значение, при котором обеспечивается заранее заданный **р%-ный** уровень превышения налоговой стоимости над рыночными ценами на исследуемом рынке недвижимости.

Под **р%-ным уровнем превышения** здесь понимается такое количество существенных превышений оценок над соответствующими рыночными ценами, которое соответствует заранее заданной в процентном отношении величине. Например, 3%-ный уровень превышения означает, что в выборке должно быть около трех процентов расчетных стоимостей, величины которых существенно больше соответствующих им рыночных цен. То есть, количество отношений «оценка/цена», превышающих существенный уровень, должно быть на уровне 3-х процентов объема обрабатываемой выборки. Нестрогое равенство применяется здесь в силу конечных объемов обрабатываемых на практике выборок, вследствие чего отношение целых чисел может быть не кратно одному проценту.

При этом под **существенным превышением стоимости над ценой** будем считать такое превышение, при котором отношение «оценка/цена» не меньше заранее заданной величины.

Например, 5-ти процентное существенное превышение расчетных значений стоимостей над соответствующими значениями рыночных цен означает, что существенным превышением считается такое превышение, при котором стоимость на 5 и более процентов больше соответствующей рыночной цены. Т.е., отношение «оценка/цена» для существенного превышения составляет не меньше, чем 1,05.

Использование понятия существенного превышения целесообразно в связи с тем, что незначительные превышения модельных значений над соответствующими рыночными ценами, скорее всего, не будут служить основанием для апелляции налогоплательщиков (в том числе и в связи с конечной точностью альтернативной индивидуальной оценки), и контролировать необходимо количество тех превышений, при которых угроза апелляции расценивается как реальная.

Сформированная выборка объектов недвижимости является, по определению, репрезентативной, поэтому выборочная функция распределения исследуемой случайной величины (рыночных цен) должна быть близка аналогичной функции распределения по генеральной совокупности. Отсюда, налагая требования по уровню (относительному количеству) и существенности «выбросов» модельных значений в выборке, можно ожидать сохранения заданных параметров и для генеральной совокупности.

Р%-ный уровень существенных превышений рекомендуется устанавливать в диапазоне 1-3% общего объема экспериментальной выборки²⁰. Существенными рекомендуется считать пятипроцентные превышения (оценка/цена $\geq 1,05$).

Алгоритм расчета налогового коэффициента при этом выглядит следующим образом.

1. Полученные по выборке значения отношений «оценка/цена» сортируются по убыванию / возрастанию (возможно использование инструмента *Данные, Сортировка* пакета *MS Excel*).
2. Анализируется наличие и количество существенных превышений («оценка/цена» $\geq 1,05$).
3. Рассчитывается фактический уровень существенных превышений как отношение числа таких превышений к объему выборки, затем полученное значение сопоставляется с заранее заданным р%-ным уровнем превышений.

Если фактический уровень существенных превышений больше заданного, проводится расчет понижающего коэффициента налоговой оценки, в противном случае налоговый коэффициент принимается равным $K_n=1$.

Для расчета коэффициента налоговой оценки K_n , меньшего единицы:

4. Анализируются объекты со значениями отношения «оценка/цена», входящими в группу с р%-ным уровнем превышений. Отбирается минимальное значение превышения «оценка/цена» ($K_{pr_{min}}$) в данной группе существенных превышений.
5. Фиксируется максимальное значение превышения «оценка/цена» ($K_{pr_{max}}$) в остальной выборке.
6. Рассчитывается значение налогового коэффициента $K_{n_{p\%}}$ из соотношения: $K_{n_{p\%}} \times K_{pr_{max}} = 1$;
7. Проводится анализ уровня превышений модельных значений, полученных с учетом понижающего коэффициента, над рыночными ценами. Проверяется выполнение заданного р%-го уровня превышений (условие $K_{n_{p\%}} \times K_{pr_{min}} \geq 1,05$). При необходимости, значение налогового коэффициента уточняется.

Аналогом рассмотренной задачи в классическом построении регрессионных и других моделей может служить расчет границ доверительного интервала для рыночной стоимости объекта недвижимости как единицы генеральной совокупности. Интервал, в пределах которого гарантируется нахождение оцененного по выборке среднего значения (в нашем случае - стоимости), определяется для заданной доверительной вероятности. Т.о. всегда предполагается некоторая вероятность выхода за пределы интервала, численно равная дополнению доверительной вероятности до единицы (100%). Задавая уровень этой вероятности выхода, и зная закон распределения ошибок измерения рыночной стоимости, можно количественно определить границы доверительного интервала для ее значения.

Если, например, данные, на которых строится модель, подчинены нормальному закону распределения, то можно говорить, что ошибка модели с 95% вероятностью не превышает границ $\pm 1,96 \sigma_y$, а с вероятностью 99% – $\pm 2,58 \sigma_y$. В экономических задачах принято ориентироваться на 95% доверительный интервал, соответствующий 5%-му уровню превышений «оценка/цена», включая несущественные превышения. Учитывая данное обстоятельство, налоговый коэффициент можно определить по нижней границе доверительного интервала на основе значения относительной ошибки модели (см. п. 2.1.5, *Обобщенная оценка ошибки модели*): $K_{n_{2\delta}} = 1 - 1,96 \times \delta_y$.

Для рассматриваемого примера анализ данных расчета стоимости оцениваемых объектов (табл.11) показывает, что в выборке имеется 12 объектов, отношение «оценка/цена» которых позволяет отнести их к категории объектов, имеющих существенное превышение стоимостей над ценами (значения стоимости превышают соответствующие значения цен в 1,05 и более раз – ячейки в таблице выделены желтым цветом). Максимальное значение превышения составляет 1,26 (объект №106), предыдущие по величине значения превышения – 1,22 (объект №62), 1,12 (объект №107) и 1,09 (объект №39).

²⁰ Для малых выборок (меньше 30 объектов) целесообразно р%-ный уровень превышения устанавливать таким, чтобы в выборке количество отношений «оценка/цена», относящихся к разряду существенных превышений, было, по крайней мере, равно единице.

При общем объеме выборки, равном 108 объектам, фактический уровень существенных превышений составляет $12/108 = 11\%$, поэтому для выполнения рекомендаций по заранее заданному $p\%$ -му уровню существенных превышений из диапазона 1-3% необходимо применить понижающий налоговый коэффициент²¹.

В рамках рекомендуемого диапазона (1-3%) установим $p\%$ -ный уровень превышения в размере 2% (двухпроцентный уровень превышения). Тогда налоговый коэффициент, соответствующий этому уровню ($K_{n2\%}$), необходимо рассчитать следующим образом.

Два процента от 108 объектов составляет $2\% \times 108 \cong 2$ объекта. Это значит, что после умножения на налоговый коэффициент модельных значений стоимости, в числе существенных превышений должны остаться два объекта – объекты №106 и №62 с максимальными значениями отношения «оценка/цена», равными 1,26 и 1,22 соответственно.

Отсюда следует, что расчет налогового коэффициента необходимо выполнять, ориентируясь на следующий за этими двумя объектами объект №107, имеющий третье по величине отношение «оценка/цена», равное 1,12.

Очевидно, что искомый налоговый коэффициент может быть найден из уравнения²²: $1,12 \times K_{n2\%} = 1$. Отсюда следует, что $K_{n2\%} = 1/1,12 = 0,89 \cong 0,9$.

Проверим выполнение заданного (2%-го) уровня превышений. С учетом применения налогового коэффициента минимальное значение отношения «оценка/цена» в группе превышения должно быть не менее 1,05. Для объекта №62: $1,22 \times K_{n2\%} = 1,22 \times 0,9 = 1,098$ – условие выполняется, следовательно, оно выполняется и для объекта №106. Имеем два объекта с существенными превышениями оценок над ценами, остальные отношения не достигают порогового значения 1,05, т.е. заданный 2%-ный уровень превышения обеспечивается.

Значение налогового коэффициента, рассчитанное на основе удвоенного значения относительной ошибки модели (в предположении о нормальности распределения) составляет $K_{n2\delta} = 1 - 1,96 \times 0,059 = 0,88$. Мы видим, что полученные двумя различными подходами оценки налогового коэффициента близки. Учитывая отклонения реального распределения от нормального (в частности, наличие маловероятных для данного объема выборки значений, превышающих $\pm 3,5$ СКО), а также некоторую неопределенность заданного уровня существенных превышений во втором случае, указанную близость оценок можно считать вполне удовлетворительной.

В таблице 13 представлена информация о рыночных ценах на квартиры и соответствующих им налоговых стоимостях, полученных путем умножения расчетных значений рыночной стоимости на налоговый коэффициент 0,9. Там же приведены значения отношений налоговой стоимости и рыночной цены каждого объекта.

Таблица 13

Рыночные цены и налоговые стоимости квартир по регрессионной модели

номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	цена y_i	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена	номер	зона 2 x_1	блочный x_2	деревянный x_3	2 комнатная x_4	3 комнатная x_5	4 комнатная x_6	цена y_i	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена
1	0	0	0	0	0	0	800	713	0,89	55	0	0	1	0	0	1	840	761	0,91
2	0	0	0	0	0	0	802	713	0,89	56	0	0	1	0	0	1	860	761	0,88
3	0	0	0	0	0	0	750	713	0,95	57	1	0	0	0	0	0	960	851	0,89
4	0	0	0	0	0	0	760	713	0,94	58	1	0	0	0	0	0	962	851	0,88
5	0	0	0	0	0	0	798	713	0,89	59	1	0	0	0	0	0	912	851	0,93

²¹ Здесь предполагается, что объекты с крайними значениями отношения «оценка/цена» сохраняются в обрабатываемой выборке наблюдений после дополнительной проверки информации о них.

²² Максимальное значение в правой части уравнения может быть равно 1,04. При этом отношение «оценка/цена» для объекта №107 приблизится к пороговому для признания его существенным превышением, но не достигнет его. Однако, учитывая конечный объем экспериментальной выборки, необходим некоторый запас.

номер	зона 2	блочный	деревянный	2 комнатная	3 комнатная	4 комнатная	цена	налоговая	отношение	номер	зона 2	блочный	деревянный	2 комнатная	3 комнатная	4 комнатная	цена	налоговая	отношение
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_i	стоимость	стоимость/цена		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_i	стоимость	стоимость/цена
6	0	0	0	0	0	0	804	713	0,89	60	1	0	0	0	0	0	958	851	0,89
7	0	0	0	1	0	0	880	781	0,89	61	1	0	0	0	0	0	966	851	0,88
8	0	0	0	1	0	0	805	781	0,97	62	1	0	0	1	0	0	850	932	1,10
9	0	0	0	1	0	0	860	781	0,91	63	1	0	0	1	0	0	1033	932	0,90
10	0	0	0	1	0	0	880	781	0,89	64	1	0	0	1	0	0	1050	932	0,89
11	0	0	0	0	1	0	965	864	0,90	65	1	0	0	0	1	0	1158	1 032	0,89
12	0	0	0	0	1	0	989	864	0,87	66	1	0	0	0	1	0	1166	1 032	0,89
13	0	0	0	0	1	0	910	864	0,95	67	1	0	0	0	1	0	1188	1 032	0,87
14	0	0	0	0	1	0	990	864	0,87	68	1	0	0	0	1	0	1122	1 032	0,92
15	0	0	0	0	1	0	960	864	0,90	69	1	0	0	0	1	0	1133	1 032	0,91
16	0	0	0	0	1	0	969	864	0,89	70	1	0	0	0	0	1	1280	1 103	0,86
17	0	0	0	0	0	1	1050	923	0,88	71	1	0	0	0	0	1	1270	1 103	0,87
18	0	0	0	0	0	1	1068	923	0,86	72	1	0	0	0	0	1	1260	1 103	0,88
19	0	0	0	0	0	1	1058	923	0,87	73	1	0	0	0	0	1	1200	1 103	0,92
20	0	0	0	0	0	1	1050	923	0,88	74	1	0	0	0	0	1	1260	1 103	0,88
21	0	1	0	0	0	0	713	651	0,91	75	1	1	0	0	0	0	870	777	0,89
22	0	1	0	0	0	0	715	651	0,91	76	1	1	0	0	0	0	840	777	0,93
23	0	1	0	0	0	0	727	651	0,90	77	1	1	0	0	0	0	850	777	0,91
24	0	1	0	0	0	0	740	651	0,88	78	1	1	0	0	0	0	880	777	0,88
25	0	1	0	1	0	0	780	712	0,91	79	1	1	0	1	0	0	970	851	0,88
26	0	1	0	1	0	0	810	712	0,88	80	1	1	0	1	0	0	960	851	0,89
27	0	1	0	1	0	0	788	712	0,90	81	1	1	0	1	0	0	930	851	0,92
28	0	1	0	0	1	0	880	788	0,90	82	1	1	0	1	0	0	955	851	0,89
29	0	1	0	0	1	0	870	788	0,91	83	1	1	0	0	1	0	1020	941	0,92
30	0	1	0	0	1	0	850	788	0,93	84	1	1	0	0	1	0	1044	941	0,90
31	0	1	0	0	1	0	900	788	0,88	85	1	1	0	0	1	0	1025	941	0,92
32	0	1	0	0	1	0	860	788	0,92	86	1	1	0	0	1	0	1045	941	0,90
33	0	1	0	0	0	1	905	842	0,93	87	1	1	0	0	1	0	1000	941	0,94
34	0	1	0	0	0	1	945	842	0,89	88	1	1	0	0	0	1	1144	1 005	0,88
35	0	1	0	0	0	1	1000	842	0,84	89	1	1	0	0	0	1	1177	1 005	0,85
36	0	1	0	0	0	1	920	842	0,92	90	1	1	0	0	0	1	1188	1 005	0,85
37	0	1	0	0	0	1	940	842	0,90	91	1	1	0	0	0	1	1057	1 005	0,95
38	0	0	1	0	0	0	635	588	0,93	92	1	1	0	0	0	1	1111	1 005	0,90
39	0	0	1	0	0	0	600	588	0,98	93	1	0	1	0	0	0	777	702	0,90
40	0	0	1	0	0	0	640	588	0,92	94	1	0	1	0	0	0	780	702	0,90
41	0	0	1	0	0	0	620	588	0,95	95	1	0	1	0	0	0	1000	702	0,70
42	0	0	1	0	0	0	650	588	0,90	96	1	0	1	1	0	0	850	769	0,90
43	0	0	1	0	0	0	642	588	0,92	97	1	0	1	1	0	0	860	769	0,89
44	0	0	1	1	0	0	900	644	0,72	98	1	0	1	1	0	0	866	769	0,89
45	0	0	1	1	0	0	740	644	0,87	99	1	0	1	1	0	0	840	769	0,92
46	0	0	1	1	0	0	700	644	0,92	100	1	0	1	1	0	0	830	769	0,93
47	0	0	1	0	1	0	789	712	0,90	101	1	0	1	0	1	0	900	851	0,95
48	0	0	1	0	1	0	780	712	0,91	102	1	0	1	0	1	0	1160	851	0,73
49	0	0	1	0	1	0	760	712	0,94	103	1	0	1	0	1	0	930	851	0,92
50	0	0	1	0	1	0	830	712	0,86	104	1	0	1	0	1	0	940	851	0,91
51	0	0	1	0	1	0	750	712	0,95	105	1	0	1	0	0	1	1050	909	0,87
52	0	0	1	0	0	1	810	761	0,94	106	1	0	1	0	0	1	800	909	1,14
53	0	0	1	0	0	1	840	761	0,91	107	1	0	1	0	0	1	900	909	1,01
54	0	0	1	0	0	1	870	761	0,87	108	1	0	1	0	0	1	1000	909	0,91

Как и ожидалось, в выборке рыночных цен и соответствующих им смоделированных значений налоговой стоимости имеется два объекта со значениями отношения «налоговая стоимость/цена», превышающими пороговое значение 1,05 (объекты №106 – 1,14 и №62 – 1,10, выделение желтым цветом). Еще один объект – №107 имеет значение отношения 1,01 (голубой цвет). Значения налоговой стоимости для остальных объектов лежат ниже соответствующих им рыночных цен. Среднее по всей выборке значение отношения «налоговая стоимость/цена» составляет 0,901, минимальное значение – 0,70.

Расчеты показывают, что при применении значения налогового коэффициента $K_{н2\%} = 0,88$, в выборке также остаются 2 объекта, для которых отношение «налоговая стоимость/цена» превышает пороговое значение (№№106, 62). Налоговые стоимости остальных объектов ниже рыночных. Среднее по всей выборке значение отношения «налоговая стоимость/цена» составляет 0,883, минимальное значение – 0,68.

2.1.7. Порядок определения базовых ставок и коэффициентов регрессионной модели

Ориентируясь на выражение (5), введем следующие обозначения:

$$C_B = 792,44 \text{ д.е.}; \quad K_1 = 1,194^{x_1}; \quad K_2 = 0,912^{x_2} \times 0,824^{x_3}; \quad K_3 = 1,095^{x_4} \times 1,212^{x_5} \times 1,295^{x_6}.$$

Тогда выражение (5) мультипликативной регрессионной модели можно представить в виде произведения обычных коэффициентов модели вида (1):

$$\hat{y} = C_B \times K_1 \times K_2 \times K_3.$$

Заметим, что каждый из коэффициентов $K_1 - K_3$ формируется сомножителями, количество которых равно количеству градаций соответствующего признака, уменьшенному на единицу. При этом свободный член уравнения - C_B определен для базового объекта, у которого зафиксированы по одной из «недостающих» градаций каждого признака.

2.2. МОДЕЛЬ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА, ОСНОВАННАЯ НА МЕТОДЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ

Модели оценки стоимости, основанные на кластерном анализе, реализуются в рамках выражения, аналогичного общему виду модели оценки (1):

$$\hat{y} = C_B \times K_1 \times K_2 \times K_3. \quad (9)$$

Здесь C_B – базовая ставка стоимости (стоимость кв. метра общей площади базового объекта оценки);
 K_1 – коэффициент местоположения;
 K_2 – коэффициент материала стен;
 K_3 – коэффициент количества комнат.

В рамках сформулированной постановки задачи рассмотрим алгоритмы построения двух кластерных мультипликативных моделей оценки стоимости:

- модели, основанной на методе параллельных сечений,²³
- модели, основанной на методе последовательных сечений.

²³ Метод сечений – метод построения моделей массовой оценки объектов недвижимости, основанный на методологии кластерного анализа. Он предполагает разбиение оцениваемой совокупности объектов на группы, имеющие общие признаки, нахождение единой групповой стоимости внутри каждой группы и расчет коэффициентов модели на основе сравнения групповых стоимостей. Параллельные сечения – разбиение исходной выборки на ряд однородных групп объектов по индивидуальным групповым признакам. Последовательные сечения – разбиение каждой образованной на предыдущем шаге сечения выборки на новые однородные группы по новому признаку.

2.2.1. Расчет коэффициентов модели, основанной на методе параллельных сечений

Расчет базовой ставки стоимости

В методе параллельных сечений в качестве базовой ставки стоимости C_B берется средняя по всем объектам экспериментальной выборки цена кв. метра общей площади квартиры. Из таблицы 2 или 3 следует, что $C_B = 917$ д.е.

Расчет коэффициента местоположения K_1

Значение коэффициента местоположения зависит от ценовой зоны. В методе параллельных сечений значение коэффициента местоположения ценовой зоны рассчитывается как отношение средней цены кв. метра общей площади всех находящихся в этой зоне объектов экспериментальной выборки, к средней по всей экспериментальной выборке цене кв. метра общей площади объекта недвижимости.

Используя данные таблицы 2 или 3, определим средние значения удельных цен объектов недвижимости ценовых зон. Среднее значение цен объектов 1-й зоны равно 835 д.е., 2-й зоны – 1005 д.е.

Эти данные позволяют рассчитать значения коэффициента местоположения (табл. 14):

Таблица 14

Номер ценовой зоны	Значение коэффициента K_1
1	$K_1^1 = 835/917=0,911$
2	$K_1^2 = 1005/917=1,096$

Расчет коэффициента материала стен, K_2

В соответствии с процедурой построения модели, основанной на методе параллельных сечений, для расчета значений коэффициента материала стен необходимо по данным таблицы 2 предварительно рассчитать средние значения удельных цен по всем объектам экспериментальной выборки, имеющим данный материал стен. Среднее значение цен объектов, имеющих кирпичные стены, равно 997 д.е.; объектов, имеющих блочные стены - 926 д.е.; объектов, имеющих деревянные стены - 821 д.е.

Для расчета значений коэффициента материала стен необходимо поделить средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих определенный материал стен, на среднее значения цен всех объектов недвижимости, находящихся в поселении (табл. 15).

Таблица 15

Материал стен	Значение коэффициента K_2
кирпичные	$K_2^1 = 997/917=1,087$
блочные	$K_2^2 = 926/917=1,010$
деревянные	$K_2^3 = 821/917=0,895$

Расчет коэффициента количества комнат, K_3

В соответствии с процедурой построения модели, основанной на методе параллельных сечений, для расчета значений коэффициента количества комнат необходимо на основе данных таблицы 2 предварительно рассчитать средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих разное количество комнат. Это нужно сделать по данным всей экспериментальной выборки (по всем зонам и материалам стен вместе). Результаты данного расчета показаны в табл. 16.

Таблица 16

Количество комнат	Среднее значение, д.е.
1	791
2	870
3	963
4	1030

Для расчета значений коэффициентов количества комнат необходимо поделить средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих определенное количество комнат, на среднее значения удельных цен объектов недвижимости по всей выборке. Такой расчет показан в табл.17.

Таблица 17

Количество комнат	Значение коэффициента K_3
1	$K_3^1 = 791/917=0,863$
2	$K_3^2 = 870/917=0,949$
3	$K_3^3 = 963/917=1,050$
4	$K_3^4 = 1030/917=1,123$

Примечание: Метод экспертных оценок выбора ценообразующих факторов и их оцифровки можно подкрепить использованием формальных процедур проверки статистической значимости различий средних значений цен по выбранным градациям признаков: местоположение – зона 1, зона 2; материал стен – кирпич, ж/б блок, дерево; и т.п. (см. далее п.3).

2.2.2. Расчет стоимости квартир с помощью модели оценки, основанной на методе параллельных сечений

Расчетные значения стоимости единицы общей площади оцениваемых квартир получены по формуле (9) с использованием коэффициентов, представленных в таблицах 14, 15 и 17.

Так, например, для объекта №1 (зона 1, кирпичный, однокомнатная)

$$\hat{y} = C_B \times K_1^1 \times K_2^1 \times K_3^1 = 917 \times 0,911 \times 1,087 \times 0,863 = 784 \text{ д.е.},$$

для объекта №55 (зона 1, деревянный, 4х комнатная)

$$\hat{y} = C_B \times K_1^1 \times K_2^3 \times K_3^4 = 917 \times 0,911 \times 0,895 \times 1,123 = 840 \text{ д.е.},$$

и для объекта №87 (зона 2, блочный, 3х комнатная)

$$\hat{y} = C_B \times K_1^2 \times K_2^2 \times K_3^3 = 917 \times 1,096 \times 1,010 \times 1,050 = 1066 \text{ д.е.}$$

Результаты расчета рыночных стоимостей оцениваемых квартир представлены в табл.18. Там же приведены значения отношения вычисленной стоимости к цене объекта.

Таблица 18

Рыночные цены и стоимости квартир, рассчитанные по методу параллельных сечений экспериментальной выборки

Номер наблюдения	зона 1				зона 2				цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	отношение стоимость/цена	зона 1				зона 2				цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	отношение стоимость/цена		
	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	кирпичный				блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	кирпичный	блочный				деревянный	1 комната
1	1	0	0	1	0	0	0	0	800	784	0,98	55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	840	1,00
2	1	0	0	1	0	0	0	0	802	784	0,98	56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	860	840	0,98
3	1	0	0	1	0	0	0	0	750	784	1,05	57	0	1	1	0	0	1	0	0	0	960	943	0,98
4	1	0	0	1	0	0	0	0	760	784	1,03	58	0	1	1	0	0	1	0	0	0	962	943	0,98
5	1	0	0	1	0	0	0	0	798	784	0,98	59	0	1	1	0	0	1	0	0	0	912	943	1,03
6	1	0	0	1	0	0	0	0	804	784	0,98	60	0	1	1	0	0	1	0	0	0	958	943	0,98
7	1	0	0	1	0	0	0	0	880	862	0,98	61	0	1	1	0	0	1	0	0	0	966	943	0,98
8	1	0	0	1	0	0	0	0	805	862	1,07	62	0	1	1	0	0	0	1	0	0	850	1037	1,22
9	1	0	0	1	0	0	0	0	860	862	1,00	63	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1033	1037	1,00
10	1	0	0	1	0	0	0	0	880	862	0,98	64	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1050	1037	0,99
11	1	0	0	1	0	0	0	0	965	953	0,99	65	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1158	1147	0,99
12	1	0	0	1	0	0	0	0	989	953	0,96	66	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1166	1147	0,98
13	1	0	0	1	0	0	0	0	910	953	1,05	67	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1188	1147	0,97

Номер наблюдения	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	отношение стоимость/цена	Номер наблюдения	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комнаты	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	отношение стоимость/цена
14	1	0	1	0	0	0	0	1	0	990	953	0,96	68	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1122	1147	1,02
15	1	0	1	0	0	0	0	1	0	960	953	0,99	69	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1133	1147	1,01
16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	969	953	0,98	70	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1280	1227	0,96
17	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	1020	0,97	71	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1270	1227	0,97
18	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1068	1020	0,96	72	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260	1227	0,97
19	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1058	1020	0,96	73	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1200	1227	1,02
20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	1020	0,97	74	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260	1227	0,97
21	1	0	0	1	0	1	0	0	0	713	728	1,02	75	0	1	0	1	0	1	0	0	0	870	876	1,01
22	1	0	0	1	0	1	0	0	0	715	728	1,02	76	0	1	0	1	0	1	0	0	0	840	876	1,04
23	1	0	0	1	0	1	0	0	0	727	728	1,00	77	0	1	0	1	0	1	0	0	0	850	876	1,03
24	1	0	0	1	0	1	0	0	0	740	728	0,98	78	0	1	0	1	0	1	0	0	0	880	876	1,00
25	1	0	0	1	0	0	1	0	0	780	801	1,03	79	0	1	0	1	0	0	1	0	0	970	963	0,99
26	1	0	0	1	0	0	1	0	0	810	801	0,99	80	0	1	0	1	0	0	1	0	0	960	963	1,00
27	1	0	0	1	0	0	1	0	0	788	801	1,02	81	0	1	0	1	0	0	1	0	0	930	963	1,04
28	1	0	0	1	0	0	0	1	0	880	886	1,01	82	0	1	0	1	0	0	1	0	0	955	963	1,01
29	1	0	0	1	0	0	0	1	0	870	886	1,02	83	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1020	1066	1,05
30	1	0	0	1	0	0	0	1	0	850	886	1,04	84	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1044	1066	1,02
31	1	0	0	1	0	0	0	1	0	900	886	0,98	85	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1025	1066	1,04
32	1	0	0	1	0	0	0	1	0	860	886	1,03	86	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1045	1066	1,02
33	1	0	0	1	0	0	0	0	1	905	948	1,05	87	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1000	1066	1,07
34	1	0	0	1	0	0	0	0	1	945	948	1,00	88	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1144	1140	1,00
35	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1000	948	0,95	89	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1177	1140	0,97
36	1	0	0	1	0	0	0	0	1	920	948	1,03	90	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1188	1140	0,96
37	1	0	0	1	0	0	0	0	1	940	948	1,01	91	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1057	1140	1,08
38	1	0	0	0	1	1	0	0	0	635	645	1,02	92	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1111	1140	1,03
39	1	0	0	0	1	1	0	0	0	600	645	1,08	93	0	1	0	0	1	1	0	0	0	777	776	1,00
40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	640	645	1,01	94	0	1	0	0	1	1	0	0	0	780	776	0,99
41	1	0	0	0	1	1	0	0	0	620	645	1,04	95	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1000	776	0,78
42	1	0	0	0	1	1	0	0	0	650	645	0,99	96	0	1	0	0	1	0	1	0	0	850	854	1,00
43	1	0	0	0	1	1	0	0	0	642	645	1,00	97	0	1	0	0	1	0	1	0	0	860	854	0,99
44	1	0	0	0	1	0	1	0	0	900	710	0,79	98	0	1	0	0	1	0	1	0	0	866	854	0,99
45	1	0	0	0	1	0	1	0	0	740	710	0,96	99	0	1	0	0	1	0	1	0	0	840	854	1,02
46	1	0	0	0	1	0	1	0	0	700	710	1,01	100	0	1	0	0	1	0	1	0	0	830	854	1,03
47	1	0	0	0	1	0	0	1	0	789	785	0,99	101	0	1	0	0	1	0	0	1	0	900	944	1,05
48	1	0	0	0	1	0	0	1	0	780	785	1,01	102	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1160	944	0,81
49	1	0	0	0	1	0	0	1	0	760	785	1,03	103	0	1	0	0	1	0	0	1	0	930	944	1,02
50	1	0	0	0	1	0	0	1	0	830	785	0,95	104	0	1	0	0	1	0	0	1	0	940	944	1,00
51	1	0	0	0	1	0	0	1	0	750	785	1,05	105	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1050	1010	0,96
52	1	0	0	0	1	0	0	0	1	810	840	1,04	106	0	1	0	0	1	0	0	0	1	800	1010	1,26
53	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	840	1,00	107	0	1	0	0	1	0	0	0	1	900	1010	1,12
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	870	840	0,97	108	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1000	1010	1,01

Среднее по всей выборке значение отношения «оценка/цена» составляет 1,00, минимальное значение – 0,78 (объект №95), максимальное – 1,17 (объект №106). Из 108 объектов выборки оценка превышает цену у 56 объектов и не превышает (равна и ниже) ее – у 52 объектов.

2.2.3. Оценка качества модели параллельных сечений

Оценку качества модели (9) выполним на основе данных о разности реальных значений цен и их оценок на основе тех же показателей, что и для регрессионной модели: коэффициента детерминации, ошибки модели оценки, средней ошибки аппроксимации, а также параметров распределения остатков модели.

Оценка коэффициента детерминации

На основе данных таблицы 18 рассчитаем значение коэффициента детерминации:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = 302110; \quad \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 2528676. \quad \text{Отсюда } R^2 = 1 - \frac{302110}{2528676} = 0,88.$$

Рассчитаем значение скорректированного на количество степеней свободы (объем выборки и количество учитываемых влияющих факторов) коэффициента детерминации. В данном случае $n=108$, $m=9$ (2 зоны + 3 типа стен + 4 типа квартир):

$$\hat{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{(n-1)}{(n-m-1)} = 1 - (1 - 0,88) \times \frac{108-1}{108-9-1} = 0,87.$$

Это означает, что модель оценки стоимости (9), реализованная по методу параллельных сечений, на 87% объясняет изменение цен в экспериментальной выборке. Оставшиеся 13% вариации цен выборки обусловлены факторами, не учитываемыми моделью.

Оценка ошибки модели оценки

Ошибка модели оценки рассчитывается как выборочное среднеквадратическое отклонение по формуле (7). С учетом данных таблицы 18 и $n=108$, $m=9$, рассчитаем квадрат ошибки модели:

$$S_{\text{оцм}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-m-1} = \frac{302110}{108-9-1} = 3083$$

Отсюда ошибка модели оценки $S_y = \sqrt{2891} = 53,8$ д.е.

Относительная ошибка рассматриваемой модели $\delta_y = \frac{S_y}{y} \times 100\% = \frac{55,52}{917} \times 100\% = 6,0\%$

по величине незначительно отличается от аналогичного показателя (5,9%) регрессионной модели.

Если ошибки модели подчиняются нормальному закону распределения, можно с 95% вероятностью утверждать, что ошибка оценки стоимости по модели не превышает $\pm t_n \times 55,5 = \pm 2 \times 55,5 = \pm 111$ д.е. ($\pm 12\%$ от среднего значения цены 917 д.е.), где t_n – коэффициент Стьюдента, учитывающий конечный объем выборки, примерно равный 2 для рассматриваемых условий²⁴. В других случаях расчет ширины доверительного интервала требует знания конкретного закона распределения ошибок.

Оценка средней ошибки аппроксимации

Средняя ошибка аппроксимации отражает свойства модели по воспроизведению исходных рыночных данных и рассчитывается по формуле (8). Рассчитанное на основе данных таблицы 18 значение средней ошибки аппроксимации модели, реализующей метод параллельных сечений, равно 3,4%, что практически не отличается от аналогичного показателя регрессионной модели, и как следует из табл.12, соответствует высокой точности модели оценки.

Анализ распределения остатков модели

На основе данных таблицы 18 с помощью *Мастера диаграмм* ППП MS Excel построим гистограмму частот отношений «оценка/цена» в исходных (рис.3) и в стандартизованных координатах (рис.4).

²⁴ Точное значение t -статистики можно определить по справочной таблице критических значений t -статистики (критерии Стьюдента) или с помощью встроенной функции СТЬЮДРАСПОБР (*вероятность* = 0,05, *степени свободы* = объем выборки минус число независимых переменных и минус единица). Здесь $t_n(0,05,98) = 1,9845$

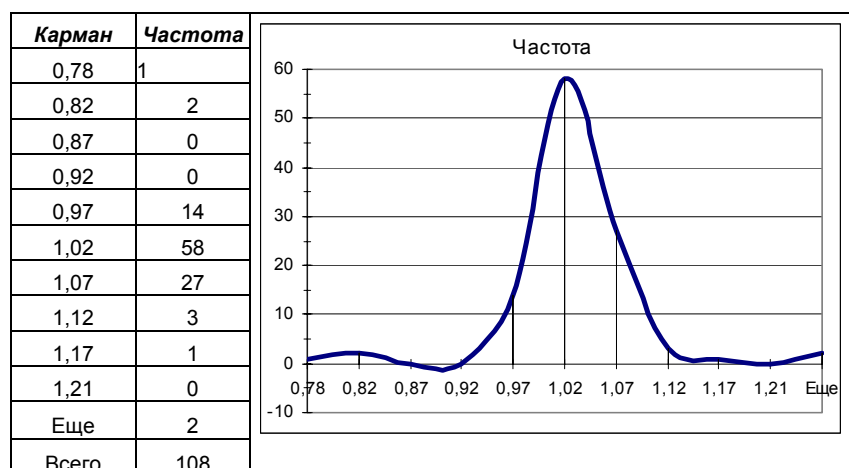


Рис. 3. Гистограмма частот отношений «оценка/цена» модели параллельных сечений

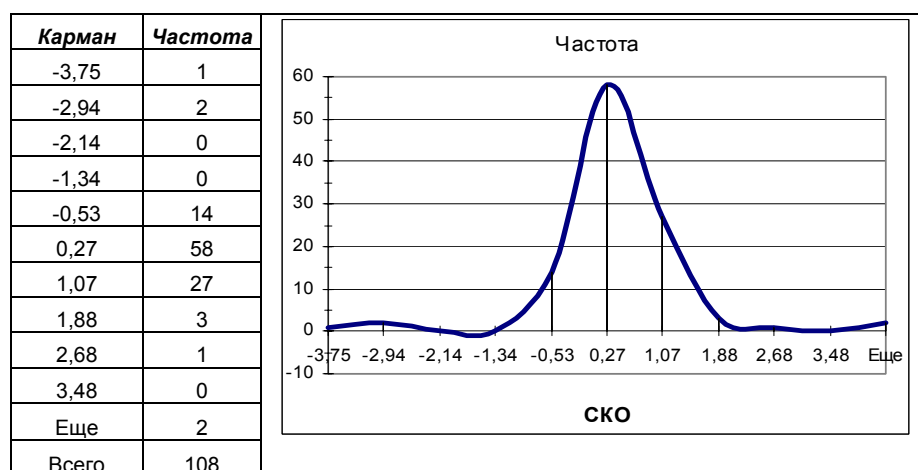


Рис. 4. Стандартизованная гистограмма частот отношений «оценка/цена» модели параллельных сечений

Из рисунков видно, что, как и в случае регрессионной модели, распределение частот отношений «оценка/цена» является унимодальным и имеет близкие к симметричным затухающие «крылья». Величина моды²⁵ практически не отличается от среднего по выборке отношения (1,00). Это свидетельствует о том, что оцениваемые моделью средние значения цен хорошо соответствуют наиболее вероятным значениям, т.е. рыночным стоимостям объектов.

2.2.4. Определение величины налогового коэффициента K_{Π}

Расчет налогового коэффициента проведем по алгоритму, описанному в п.2.1.6 для регрессионной модели.

Анализ данных расчета стоимости оцениваемых объектов (см. табл.18) показывает, что в выборке имеется 13 квартир, отношение «оценка/цена» которых позволяет отнести их к категории объектов, имеющих существенное превышение стоимостей над ценами (значения стоимости превышают соответствующие значения цен в 1,05 и более раз). Максимальное значение коэффициента превышения составляет 1,26 (объект №106), предыдущие по величине значения коэффициента превышения – 1,22 (объект №62), 1,12 (объект №107) и 1,08 (объекты №№39,91).

²⁵Формулу см. выше сноску 19. В нашем случае (рис.3): $D=0,97+(58-14)/(116-14-27) \times 0,05 = 0,97+0,029 = 0,999$.

При общем объеме выборки, равном 108 объектам, фактический уровень существенных превышений составляет $13/108 = 12\%$, поэтому для выполнения рекомендаций по заданному $p\%$ -му уровню существенных превышений 1-3% необходимо применить понижающий налоговый коэффициент²⁶.

Как и для регрессионной модели, установим 2%-ный уровень превышения. Для выборки из 108 объектов это означает, что после умножения на налоговый коэффициент модельных значений стоимостей, в числе существенных превышений должны остаться два объекта – объекты №106 и №62 с максимальными значениями отношения «оценка/цена», равными 1,26 и 1,22 соответственно. Расчет налогового коэффициента необходимо выполнять, ориентируясь на следующий за этими двумя объектами объект №107, имеющий отношение оценка/цена 1,12.

Значение налогового коэффициента $K_{н2\%}$, как и ранее, найдем из уравнения $1,12 \times K_{н2\%} = 1$. Отсюда $K_{н2\%} = 1/1,12 = 0,89 \approx 0,9$.

С учетом налогового коэффициента минимальное значение отношения «оценка/цена» в группе превышения должно быть не менее 1,05. Для объекта №62: $1,22 \times K_{н2\%} = 1,22 \times 0,9 = 1,098$ – условие выполняется, следовательно, оно выполняется и для объекта №106. Таким образом, заданный 2%-ный уровень превышения обеспечивается

Информация о рыночных ценах на квартиры и соответствующих им налоговых стоимостях, полученных путем умножения расчетных значений рыночной стоимости на налоговый коэффициент 0,9 представлена в табл.19. Там же приведены значения отношений налоговой стоимости и рыночной цены каждого объекта.

Таблица 19.

Рыночные цены и налоговые стоимости квартир, рассчитанные по методу параллельных сечений экспериментальной выборки

Номер наблюдения	Характеристики объекта								Цена, u_i	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена	Номер наблюдения	Характеристики объекта								Цена, u_i	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена		
	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты					4 комнаты	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты				3 комнаты	4 комнаты
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	800	705	0,88	55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	756	0,90
2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	802	705	0,88	56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	860	756	0,88
3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	750	705	0,94	57	0	1	1	0	0	1	0	0	0	960	849	0,88
4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	760	705	0,93	58	0	1	1	0	0	1	0	0	0	962	849	0,88
5	1	0	1	0	0	1	0	0	0	798	705	0,88	59	0	1	1	0	0	1	0	0	0	912	849	0,93
6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	804	705	0,88	60	0	1	1	0	0	1	0	0	0	958	849	0,89
7	1	0	1	0	0	0	1	0	0	880	776	0,88	61	0	1	1	0	0	1	0	0	0	966	849	0,88
8	1	0	1	0	0	0	1	0	0	805	776	0,96	62	0	1	1	0	0	0	1	0	0	850	933	1,10
9	1	0	1	0	0	0	1	0	0	860	776	0,90	63	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1033	933	0,90
10	1	0	1	0	0	0	1	0	0	880	776	0,88	64	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1050	933	0,89
11	1	0	1	0	0	0	0	1	0	965	858	0,89	65	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1158	1032	0,89
12	1	0	1	0	0	0	0	1	0	989	858	0,87	66	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1166	1032	0,89
13	1	0	1	0	0	0	0	1	0	910	858	0,94	67	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1188	1032	0,87
14	1	0	1	0	0	0	0	1	0	990	858	0,87	68	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1122	1032	0,92
15	1	0	1	0	0	0	0	1	0	960	858	0,89	69	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1133	1032	0,91
16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	969	858	0,89	70	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1280	1104	0,86
17	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	918	0,87	71	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1270	1104	0,87
18	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1068	918	0,86	72	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260	1104	0,88
19	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1058	918	0,87	73	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1200	1104	0,92

²⁶ Здесь, как и ранее, предполагается, что объекты с крайними значениями отношения «оценка/цена» сохраняются в обрабатываемой выборке наблюдений после дополнительной проверки информации о них.

Номер наблюдения	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	Цена, u_i	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена	Номер наблюдения	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	Цена, u_i	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена
20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	918	0,87	74	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260	1104	0,88
21	1	0	0	1	0	1	0	0	0	713	655	0,92	75	0	1	0	1	0	1	0	0	0	870	788	0,91
22	1	0	0	1	0	1	0	0	0	715	655	0,92	76	0	1	0	1	0	1	0	0	0	840	788	0,94
23	1	0	0	1	0	1	0	0	0	727	655	0,90	77	0	1	0	1	0	1	0	0	0	850	788	0,93
24	1	0	0	1	0	1	0	0	0	740	655	0,89	78	0	1	0	1	0	1	0	0	0	880	788	0,90
25	1	0	0	1	0	0	1	0	0	780	721	0,92	79	0	1	0	1	0	0	1	0	0	970	867	0,89
26	1	0	0	1	0	0	1	0	0	810	721	0,89	80	0	1	0	1	0	0	1	0	0	960	867	0,90
27	1	0	0	1	0	0	1	0	0	788	721	0,91	81	0	1	0	1	0	0	1	0	0	930	867	0,93
28	1	0	0	1	0	0	0	1	0	880	797	0,91	82	0	1	0	1	0	0	1	0	0	955	867	0,91
29	1	0	0	1	0	0	0	1	0	870	797	0,92	83	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1020	959	0,94
30	1	0	0	1	0	0	0	1	0	850	797	0,94	84	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1044	959	0,92
31	1	0	0	1	0	0	0	1	0	900	797	0,89	85	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1025	959	0,94
32	1	0	0	1	0	0	0	1	0	860	797	0,93	86	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1045	959	0,92
33	1	0	0	1	0	0	0	0	1	905	853	0,94	87	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1000	959	0,96
34	1	0	0	1	0	0	0	0	1	945	853	0,90	88	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1144	1026	0,90
35	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1000	853	0,85	89	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1177	1026	0,87
36	1	0	0	1	0	0	0	0	1	920	853	0,93	90	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1188	1026	0,86
37	1	0	0	1	0	0	0	0	1	940	853	0,91	91	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1057	1026	0,97
38	1	0	0	0	1	1	0	0	0	635	581	0,91	92	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1111	1026	0,92
39	1	0	0	0	1	1	0	0	0	600	581	0,97	93	0	1	0	0	1	1	0	0	0	777	699	0,90
40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	640	581	0,91	94	0	1	0	0	1	1	0	0	0	780	699	0,90
41	1	0	0	0	1	1	0	0	0	620	581	0,94	95	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1000	699	0,70
42	1	0	0	0	1	1	0	0	0	650	581	0,89	96	0	1	0	0	1	0	1	0	0	850	768	0,90
43	1	0	0	0	1	1	0	0	0	642	581	0,90	97	0	1	0	0	1	0	1	0	0	860	768	0,89
44	1	0	0	0	1	0	1	0	0	900	639	0,71	98	0	1	0	0	1	0	1	0	0	866	768	0,89
45	1	0	0	0	1	0	1	0	0	740	639	0,86	99	0	1	0	0	1	0	1	0	0	840	768	0,91
46	1	0	0	0	1	0	1	0	0	700	639	0,91	100	0	1	0	0	1	0	1	0	0	830	768	0,93
47	1	0	0	0	1	0	0	1	0	789	707	0,90	101	0	1	0	0	1	0	0	1	0	900	850	0,94
48	1	0	0	0	1	0	0	1	0	780	707	0,91	102	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1160	850	0,73
49	1	0	0	0	1	0	0	1	0	760	707	0,93	103	0	1	0	0	1	0	0	1	0	930	850	0,91
50	1	0	0	0	1	0	0	1	0	830	707	0,85	104	0	1	0	0	1	0	0	1	0	940	850	0,90
51	1	0	0	0	1	0	0	1	0	750	707	0,94	105	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1050	909	0,87
52	1	0	0	0	1	0	0	0	1	810	756	0,93	106	0	1	0	0	1	0	0	0	1	800	909	1,14
53	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	756	0,90	107	0	1	0	0	1	0	0	0	1	900	909	1,01
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	870	756	0,87	108	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1000	909	0,91

Как и ожидалось, в выборке рыночных цен и соответствующих им смоделированных значений налоговой стоимости имеется два объекта со значениями отношения «налоговая стоимость/цена», превышающими пороговое значение 1,05 (объекты №106 – 1,14 и №62 – 1,10). Еще один объект – №107 имеет значение отношения 1,01. Значения стоимости для налогообложения остальных объектов лежат ниже соответствующих им рыночных цен. Среднее по всей выборке значение отношения «налоговая стоимость/цена» составляет 0,90, минимальное значение – 0,70.

Значение налогового коэффициента, рассчитанное в предположении о нормальности распределения ошибок модели, составляет $K_{n2\delta} = 1 - 1,96 \times 0,06 = 0,88$. Расчеты показывают, что при применении значения налогового коэффициента $K_{n2\%} = 0,88$, в выборке также остаются 2 объекта, для которых отношение налоговой стоимости/цена превышает пороговое значение (№№106,

62). Налоговые стоимости остальных объектов ниже рыночных. Среднее по всей выборке значение отношения налоговая стоимость/цена составляет 0,883, минимальное значение – 0,68.

2.2.5. Порядок определения базовых ставок и коэффициентов модели

Базовые ставки и коэффициенты модели, реализующей метод параллельных сечений экспериментальной выборки определяются в соответствии с данными, полученные в п.2.2.1.

2.3. КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ОСНОВАННАЯ НА МЕТОДЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ

Модель оценки стоимости, основанная на методе последовательных сечений, может быть реализована в рамках той же формулы, что и две предыдущие модели:

$$\hat{y} = C_B \times K_1 \times K_2 \times K_3. \quad (9)$$

2.3.1. Расчет коэффициентов модели, основанной на методе последовательных сечений

Расчет базовой ставки стоимости

В методе последовательных сечений, как и в методе параллельных сечений, в качестве базовой ставки стоимости (C_B) берется средняя по всей экспериментальной выборки цена кв. метра общей площади объектов недвижимости: $\bar{y} = C_B = 917$ д.е.

Расчет коэффициента местоположения, K_1

Значение коэффициента местоположения зависит от ценовой зоны. Учитывая, что фактор местоположения является одним из самых существенных для объекта недвижимости, как правило, именно по местоположению проводится первая дифференциация экспериментальной выборки на однородные группы. В методе последовательных сечений, как и в методе параллельных, значение коэффициента местоположения (ценовой зоны) рассчитывается как отношение средней цены кв. метра общей площади объектов недвижимости, находящихся в данной ценовой зоне, к средней по всей экспериментальной выборке цене кв. метра общей площади объектов.

Используя данные таблицы 2 или 3, определим средние значения удельных цен объектов недвижимости ценовых зон: среднее значение цен 1-й зоны равно 835 д.е; цен 2-й зоны – 1005 д.е.

Эти данные позволяют рассчитать значения коэффициента местоположения (табл. 20).

Таблица 20.

Расчет коэффициента местоположения K_1

Номер ценовой зоны	Значение коэффициента K_1
1	$K_1^1 = 835/917=0,911$
2	$K_1^2 = 1005/917=1,096$

Расчет коэффициента материала стен, K_2

Для расчета значений коэффициента материала стен необходимо по данным таблицы 2 или 3 предварительно рассчитать средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих разные материалы стен.

В соответствии с процедурой построения модели оценки стоимости, основанной на методе последовательных сечений, это нужно сделать отдельно по зонам:

- для 1-й ценовой зоны:

- среднее значение цен объектов с кирпичными стенами = 907 д.е.;
- среднее значение цен объектов с блочными стенами = 844 д.е.;
- среднее значение цен объектов с деревянными стенами = 750 д.е.;

- для 2-й ценовой зоны:

- среднее значение цен объектов с кирпичными стенами = 1096 д.е.;
- среднее значение цен объектов с блочными стенами = 1004 д.е.;
- среднее значение цен объектов с деревянными стенами = 905 д.е.

Для расчета значений коэффициентов материала стен K_2 необходимо поделить средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих разный материал стен, на средние значения цен всех объектов недвижимости, находящихся в соответствующих зонах. Т.е. необходимо предварительно разбить каждую полученную на первом шаге сечений зону на группы, содержащие только объекты с интересующим материалом стен (табл. 21).

Таблица 21

Расчет коэффициента материала стен K_2

Номер ценовой зоны	Материал стен	Значение коэффициента K_2
1	кирпичные	$K_2^1 = 907/835=1,086$
1	блочные	$K_2^2 = 844/835=1,011$
1	деревянные	$K_2^3 = 750/835=0,898$
2	кирпичные	$K_2^4 = 1096/1005=1,091$
2	блочные	$K_2^5 = 1004/1005=0,999$
2	деревянные	$K_2^6 = 905/1005=0,900$

Расчет коэффициента количества комнат, K_3

В модели, основанной на методе последовательных сечений, для расчета значений коэффициента количества комнат необходимо на основе данных таблиц 2, 3 предварительно рассчитать средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих разное количество комнат. Это нужно сделать отдельно по ценовым зонам и материалам стен (табл. 22)²⁷.

Таблица 22

Расчет средних значений цен квартир в зависимости от количества комнат

Ценовая зона	Стены	Количество комнат	Среднее значение цены, д.е.
1	кирпичные	1	786
1	кирпичные	2	856
1	кирпичные	3	964
1	кирпичные	4	1057
1	блочные	1	724
1	блочные	2	793
1	блочные	3	872
1	блочные	4	942
1	деревянные	1	631
1	деревянные	2	780
1	деревянные	3	782
1	деревянные	4	844
2	кирпичные	1	952
2	кирпичные	2	978
2	кирпичные	3	1153
2	кирпичные	4	1254
2	блочные	1	860
2	блочные	2	954
2	блочные	3	1027
2	блочные	4	1135
2	деревянные	1	852
2	деревянные	2	849
2	деревянные	3	983
2	деревянные	4	938

²⁷ Средние значения цен, представленные в таблице 22, можно использовать для налогообложения в качестве справочника цен по группам квартир, имеющих общие признаки.

Для расчета значений коэффициентов количества комнат K_3 необходимо поделить средние значения удельных цен объектов недвижимости, имеющих разное количество комнат, на средние значения цен объектов недвижимости, имеющих разные материалы стен. Причем сделать это надо отдельно по ценовым зонам (табл. 23).

Таблица 23

Расчет коэффициента количества комнат K_3

Ценовая зона	Стены	Количество комнат	Значение коэффициента K_3
1	кирпичные	1	$K_3^1 = 786/907=0,867$
1	кирпичные	2	$K_3^2 = 856/907=0,944$
1	кирпичные	3	$K_3^3 = 964/907=1,063$
1	кирпичные	4	$K_3^4 = 1057/907=1,165$
1	блочные	1	$K_3^5 = 724/844=0,858$
1	блочные	2	$K_3^6 = 793/844=0,940$
1	блочные	3	$K_3^7 = 872/844=1,033$
1	блочные	4	$K_3^8 = 942/844=1,116$
1	деревянные	1	$K_3^9 = 631/750=0,841$
1	деревянные	2	$K_3^{10} = 780/750=1,040$
1	деревянные	3	$K_3^{11} = 782/750=1,043$
1	деревянные	4	$K_3^{12} = 844/750=1,125$
2	кирпичные	1	$K_3^{13} = 952/1096=0,869$
2	кирпичные	2	$K_3^{14} = 978/1096=0,892$
2	кирпичные	3	$K_3^{15} = 1153/1096=1,052$
2	кирпичные	4	$K_3^{16} = 1254/1096=1,144$
2	блочные	1	$K_3^{17} = 860/1004=0,857$
2	блочные	2	$K_3^{18} = 954/1004=0,950$
2	блочные	3	$K_3^{19} = 1027/1004=1,023$
2	блочные	4	$K_3^{20} = 1135/1004=1,130$
2	деревянные	1	$K_3^{21} = 852/905=0,941$
2	деревянные	2	$K_3^{22} = 849/905=0,938$
2	деревянные	3	$K_3^{23} = 983/905=1,086$
2	деревянные	4	$K_3^{24} = 938/905=1,036$

2.3.2. Расчет значений стоимости квартир с помощью модели последовательных сечений

Расчетные значения стоимости единицы общей площади оцениваемых квартир могут быть получены по формуле (9) с использованием коэффициентов, представленных в таблицах 20, 21 и 23 п.2.3.1²⁸.

Так, например,

для объекта №1 (зона 1, кирпичный, однокомнатная)

$$\hat{y}_1 = C_B \times K_1^1 \times K_2^1 \times K_3^1 = 917 \times 0,911 \times 1,086 \times 0,867 = 787 \text{ д.е.},$$

для объекта №55 (зона 1, деревянный, 4х комнатная)

$$\hat{y}_{55} = C_B \times K_1^1 \times K_2^3 \times K_3^{12} = 917 \times 0,911 \times 0,898 \times 1,125 = 844 \text{ д.е.},$$

и для объекта №87 (зона 2, блочный, 3х комнатная)

$$\hat{y}_{87} = C_B \times K_1^2 \times K_2^5 \times K_3^{19} = 917 \times 1,096 \times 0,999 \times 1,023 = 1027 \text{ д.е.}$$

Результаты расчета рыночных стоимостей оцениваемых квартир представлены в табл.24.

²⁸ Заметим, что полученные по формуле (9) результаты совпадают с точностью до погрешности счета с результатами расчета средних значений цен на последнем шаге сечений (сравни табл.22 и 24)

Таблица 24

Рыночные цены и стоимости квартир, рассчитанные методом последовательных сечений экспериментальной выборки

Номер наблюдения.	зона 1				зона 2				Цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	Отношение оценка / цена	Номер наблюдения	зона 1				зона 2				Цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	Отношение оценка / цена				
	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	кирпичный					блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	кирпичный	блочный				деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты
1	1	0	0	1	0	0	0	800	787	0,98	55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	844	1,00
2	1	0	0	1	0	0	0	802	787	0,98	56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	860	844	0,98
3	1	0	0	1	0	0	0	750	787	1,05	57	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	960	953	0,99
4	1	0	0	1	0	0	0	760	787	1,04	58	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	962	953	0,99
5	1	0	0	1	0	0	0	798	787	0,99	59	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	912	953	1,04
6	1	0	0	1	0	0	0	804	787	0,98	60	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	958	953	0,99
7	1	0	0	1	0	0	0	880	856	0,97	61	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	966	953	0,99
8	1	0	0	1	0	0	0	805	856	1,06	62	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	850	978	1,15
9	1	0	0	1	0	0	0	860	856	0,99	63	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1033	978	0,95
10	1	0	0	1	0	0	0	880	856	0,97	64	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1050	978	0,93
11	1	0	0	1	0	0	0	965	964	1,00	65	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1158	1154	1,00
12	1	0	0	1	0	0	0	989	964	0,97	66	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1166	1154	0,99
13	1	0	0	1	0	0	0	910	964	1,06	67	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1188	1154	0,97
14	1	0	0	1	0	0	0	990	964	0,97	68	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1122	1154	1,03
15	1	0	0	1	0	0	0	960	964	1,00	69	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1133	1154	1,02
16	1	0	0	1	0	0	0	969	964	0,99	70	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1280	1254	0,98
17	1	0	0	1	0	0	0	1050	1057	1,01	71	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1270	1254	0,98
18	1	0	0	1	0	0	0	1068	1057	0,99	72	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1260	1254	0,99
19	1	0	0	1	0	0	0	1058	1057	1,00	73	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1200	1254	1,05
20	1	0	0	1	0	0	0	1050	1057	1,01	74	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1260	1254	0,99
21	1	0	0	1	0	1	0	713	725	1,02	75	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	870	860	0,99
22	1	0	0	1	0	1	0	715	725	1,01	76	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	840	860	1,02
23	1	0	0	1	0	1	0	727	725	1,00	77	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	850	860	1,01
24	1	0	0	1	0	1	0	740	725	0,98	78	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	880	860	0,98
25	1	0	0	1	0	0	1	780	794	1,02	79	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	970	954	0,98
26	1	0	0	1	0	0	1	810	794	0,98	80	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	960	954	0,99
27	1	0	0	1	0	0	1	788	794	1,01	81	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	930	954	1,03
28	1	0	0	1	0	0	1	880	872	0,99	82	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	955	954	1,00
29	1	0	0	1	0	0	1	870	872	1,00	83	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1020	1027	1,01
30	1	0	0	1	0	0	1	850	872	1,03	84	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1044	1027	0,98
31	1	0	0	1	0	0	1	900	872	0,97	85	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1025	1027	1,00
32	1	0	0	1	0	0	1	860	872	1,01	86	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1045	1027	0,98
33	1	0	0	1	0	0	1	905	943	1,04	87	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1000	1027	1,03
34	1	0	0	1	0	0	1	945	943	1,00	88	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1144	1135	0,99
35	1	0	0	1	0	0	1	1000	943	0,94	89	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1177	1135	0,96
36	1	0	0	1	0	0	1	920	943	1,03	90	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1188	1135	0,96
37	1	0	0	1	0	0	1	940	943	1,00	91	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1057	1135	0,98
38	1	0	0	0	1	1	0	635	631	0,99	92	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1111	1135	1,02
39	1	0	0	0	1	1	0	600	631	1,05	93	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	777	851	1,10
40	1	0	0	0	1	1	0	640	631	0,99	94	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	780	851	1,09
41	1	0	0	0	1	1	0	620	631	1,02	95	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1000	851	0,85
42	1	0	0	0	1	1	0	650	631	0,97	96	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	850	848	1,00
43	1	0	0	0	1	1	0	642	631	0,98	97	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	860	848	0,99
44	1	0	0	0	1	0	1	900	780	0,87	98	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	866	848	0,98
45	1	0	0	0	1	0	1	740	780	1,05	99	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	840	848	1,01

Номер наблюдения.	Зона				деревянный	Комнаты				Цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	Отношение оценка / цена	Номер наблюдения	Зона				деревянный	Комнаты				Цена, y_i	Оценка \hat{y}_i	Отношение оценка / цена			
	1	2	кирпичный	блочный		1	2	3	4					1	2	3	4		1	2	3	4						
46	1	0	0	0	1	0	1	0	0	700	780	1,11	100	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	830	848	1,02	
47	1	0	0	0	1	0	0	1	0	789	782	0,99	101	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	900	982	1,09
48	1	0	0	0	1	0	0	1	0	780	782	1,00	102	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1160	982	0,85
49	1	0	0	0	1	0	0	1	0	760	782	1,03	103	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	930	982	1,06
50	1	0	0	0	1	0	0	1	0	830	782	0,94	104	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	940	982	1,04
51	1	0	0	0	1	0	0	1	0	750	782	1,04	105	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1050	937	0,89	
52	1	0	0	0	1	0	0	0	1	810	844	1,04	106	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	800	937	1,17	
53	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	844	1,00	107	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	900	937	1,04	
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	870	844	0,97	108	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1000	937	0,94	

Анализ результатов расчета показывает, что среднее по всей выборке значение отношения «оценка/цена» составляет 1,00, минимальное значение – 0,847 (объект №95), максимальное – 1,17 (объект №106). Из 108 объектов выборки оценка превышает цену у 47 объектов и находится ниже ее – у 61 объекта.

2.3.3. Оценка качества модели оценки, основанной на методе последовательных сечений

Оценка коэффициента детерминации

Коэффициент детерминации рассчитывается с использованием данных таблицы 24 по формуле (6) п.2.1.5:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = 210079; \quad \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 2528676. \quad \text{Отсюда } R^2 = 1 - \frac{210079}{2528676} = 0,92.$$

Скорректированный на число степеней свободы коэффициент детерминации, с учетом $m=24$ (количество однородных групп на последнем шаге сечений), равен:

$$\hat{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{(n-1)}{(n-m-1)} = 1 - (1 - 0,92) \times \frac{108-1}{108-24-1} = 0,90.$$

Это означает, что модель оценки стоимости, основанная на методе последовательных сечений, объясняет вариацию цен в экспериментальной выборке на 90%, остальные 10% изменений обусловлены влиянием неучтенных моделью факторов.

Оценка ошибки модели оценки

Как уже отмечалось выше, точность получаемых моделью значений оценок в рамках данного подхода определяется точностью результата последнего шага сечений. Именно по данным о ценах объектов, отнесенных в каждую группу этого сечения, определяется среднее значений цены, совпадающее с соответствующим значением модельной оценки.

Поэтому ошибки модели оценки, основанной на методе последовательных сечений, считаем как среднеквадратическую ошибку оценки среднего значения для каждой j -той группы последнего сечения по формуле (10), в которую преобразовывается выражение (7), учитывая, что $m=0$, $n = n_j$ – числу объектов, отнесенных к данной группе:

$$S_j = \sqrt{S_j^2}, \quad S_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (y_{ij} - \hat{y}_{ij})^2}{n_j - 1}. \quad (10)$$

Результаты расчета ошибок модели, основанной на методе последовательных сечений, выполненных с использованием данных таблиц 3 и 23, сведены в таблицу 25.

Таблица 25

Показатели точности расчета стоимости методом последовательных сечений

Ценовая зона	Стены	Количество комнат	Среднее значение цены, д.е.	Число объектов в группе	Ошибка модели S_j , д.е.	Относительная ошибка, %
1	кирпичные	1	786	6	24	3
1	кирпичные	2	856	4	35	4
1	кирпичные	3	964	6	29	3
1	кирпичные	4	1057	4	9	1
1	блочные	1	724	4	13	2
1	блочные	2	793	3	16	2
1	блочные	3	872	5	19	2
1	блочные	4	942	5	36	4
1	деревянные	1	631	6	18	3
1	деревянные	2	780	3	106	14
1	деревянные	3	782	5	31	4
1	деревянные	4	844	5	23	3
2	кирпичные	1	952	5	22	2
2	кирпичные	2	978	3	111	11
2	кирпичные	3	1153	5	26	2
2	кирпичные	4	1254	5	31	2
2	блочные	1	860	4	18	2
2	блочные	2	954	4	18	2
2	блочные	3	1027	5	19	2
2	блочные	4	1135	5	53	5
2	деревянные	1	852	3	128	15
2	деревянные	2	849	5	15	2
2	деревянные	3	983	4	120	12
2	деревянные	4	938	4	111	12

Среднее по всем группам значение среднеквадратической ошибки оценки составляет $\bar{S}_y = 42,9$ д.е. Значения относительной ошибки, определяемые для каждой группы объектов последнего сечения как $\delta_{yj} = \frac{S_{yj}}{\hat{y}_j}$, лежат в пределах 1-15% при среднем значении $\bar{\delta}_y = 4,7\%$. Отметим, что максимальные значения относительных ошибок (11-15%), как и следовало ожидать, соответствуют группам с минимальным числом (3-4) наблюдений в группе.

Оценка средней ошибки аппроксимации

Средняя ошибка аппроксимации модели последовательных сечений, рассчитанная по формуле (8) и данным таблицы 24, равна 3,0%, что соответствует высокой точности модели оценки (см. табл.12).

Анализ распределения остатков модели

Построенные на основе данных таблицы 24 гистограммы частот отношений «оценка/цена» модели последовательных сечений в исходных и стандартизованных координатах представлены на рисунках 5 и 6.

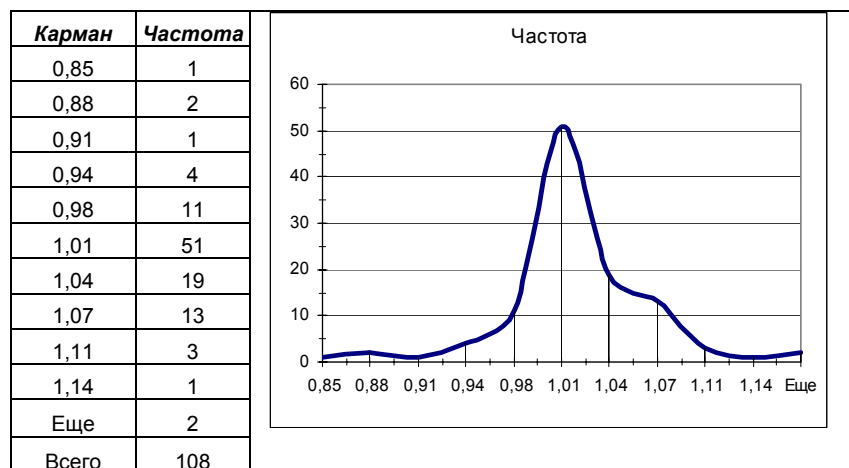


Рис. 5. Гистограмма частот отношений «оценка/цена» модели последовательных сечений

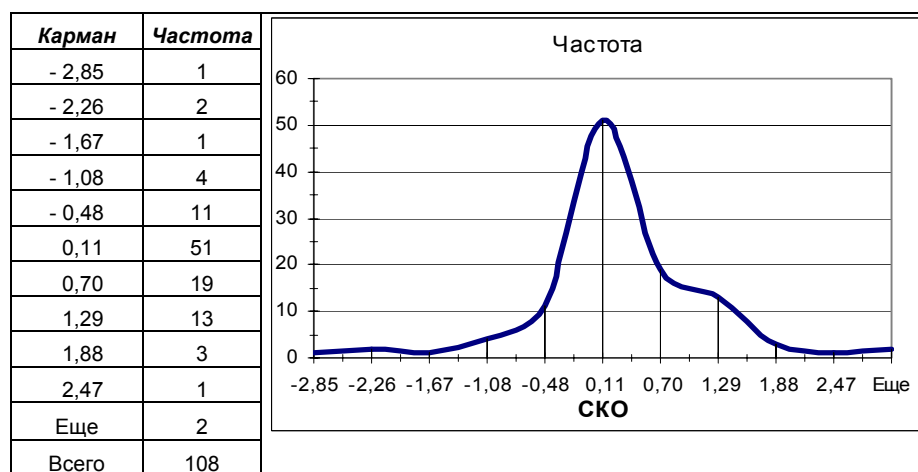


Рис. 6. Стандартизованная гистограмма частот отношений «оценка/цена» модели последовательных сечений

Из рисунков видно, что распределение частот отношений «оценка/цена» также является унимодальным, однако с явно выраженной асимметрией правого «крыла» распределения. Модальное значение (см. формулу для его расчета в сноске 19) составляет 1,00 и практически совпадает со средним по выборке значением отношения оценка/цена. Это, как отмечалось, свидетельствует о том, что оцениваемые моделью средние значения цен хорошо соответствуют наиболее вероятным значениям, т.е. рыночным стоимостям объектов.

Как и в модели параллельных сечений, можно отметить наличие в выборке значений, отстоящих более чем на ± 3 СКО от центра группирования (рис. 6). В таблице 24 к таким выделяющимся объектам можно отнести цены на квартиры с номерами наблюдений 62, 106 с одной стороны и 95, 44 – с другой.

2.3.4. Определение величины налогового коэффициента K_n

Расчетные данные (см. табл.24) показывают, что в выборке имеется 13 объектов, для которых значения стоимости превышают соответствующие значения цен в 1,05 и более раз, причем максимальное значение превышения составляет 1,17 (объект №106), предыдущие по величине значения коэффициента превышения – 1,15 (объект №62) и 1,11 (объект №46).

При общем объеме выборки, равном 108 объектам, фактический уровень существенных превышений составляет $13/108 = 12\%$. Для 2%-ного уровня превышения расчет налогового ко-

эффицента необходимо выполнять, ориентируясь на объект №46, имеющий треть по величине отношение оценка/цена - 1,11. Значение налогового коэффициента найдем, как и прежде, из соотношения $1,11 \times K_{Н2\%} = 1$. Отсюда $K_{Н2\%} = 0,90$.

Проверим выполнение заданного уровня превышений. С учетом применения налогового коэффициента минимальное значение отношения «оценка/цена» в группе превышения должно быть не менее 1,05. Для объекта №62: $1,15 \times K_{Н2\%} = 1,15 \times 0,9 = 1,035$ – условие не выполняется, следовательно, необходимо повысить значение налогового коэффициента до уровня, обеспечивающего следующее равенство: $1,15 \times K_{Н2\%} = 1,05$ (1,05 – граница «существенности» превышения). Отсюда значение налогового коэффициента должно равняться $K_{Н2\%} = 1,05/1,15 = 0,913 \approx 0,91$.

При данном значении налогового коэффициента имеется два объекта с существенными превышениями оценок над ценами (№№62 и 106), остальные отношения не превышают порогового значения, т.е. заданный 2%-ный уровень превышения обеспечивается.

В предположении о нормальном законе распределения исходных данных, значение налогового коэффициента, рассчитываемое на основе значения относительной ошибки модели (см. п.2.3.3), можно определить как $K_{Н2\%} = 1 - 1,96 \times 0,047 = 0,91$. В данном случае рассчитанные на основе двух различных подходов значения налогового коэффициента практически совпадают.

В таблице 26 представлена информация о рыночных ценах на квартиры и соответствующих им налоговых стоимостях, полученных путем умножения расчетных значений стоимостей на принятое значение налогового коэффициента 0,91.

Таблица 26

Рыночные цены и налоговые стоимости квартир, полученные методом последовательных сечений экспериментальной выборки

№ наблюдения	Зона 1									цена	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена	№ наблюдения	Зона 2									цена	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена
	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты					зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты			
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	800	716	0,90	55	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	768	0,91
2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	802	716	0,89	56	1	0	0	0	1	0	0	0	1	860	768	0,89
3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	750	716	0,95	57	0	1	1	0	0	1	0	0	0	960	867	0,90
4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	760	716	0,94	58	0	1	1	0	0	1	0	0	0	962	867	0,90
5	1	0	1	0	0	1	0	0	0	798	716	0,90	59	0	1	1	0	0	1	0	0	0	912	867	0,95
6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	804	716	0,89	60	0	1	1	0	0	1	0	0	0	958	867	0,91
7	1	0	1	0	0	0	1	0	0	880	779	0,89	61	0	1	1	0	0	1	0	0	0	966	867	0,90
8	1	0	1	0	0	0	1	0	0	805	779	0,97	62	0	1	1	0	0	0	1	0	0	850	890	1,05
9	1	0	1	0	0	0	1	0	0	860	779	0,91	63	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1033	890	0,86
10	1	0	1	0	0	0	1	0	0	880	779	0,89	64	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1050	890	0,85
11	1	0	1	0	0	0	0	1	0	965	877	0,91	65	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1158	1050	0,91
12	1	0	1	0	0	0	0	1	0	989	877	0,89	66	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1166	1050	0,90
13	1	0	1	0	0	0	0	1	0	910	877	0,96	67	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1188	1050	0,88
14	1	0	1	0	0	0	0	1	0	990	877	0,89	68	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1122	1050	0,94
15	1	0	1	0	0	0	0	1	0	960	877	0,91	69	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1133	1050	0,93
16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	969	877	0,91	70	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1280	1141	0,89
17	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	962	0,92	71	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1270	1141	0,90
18	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1068	962	0,90	72	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260	1141	0,91
19	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1058	962	0,91	73	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1200	1141	0,95
20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1050	962	0,92	74	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1260	1141	0,91
21	1	0	0	1	0	1	0	0	0	713	660	0,93	75	0	1	0	1	0	1	0	0	0	870	783	0,90

№ наблюдения	Объект 1												Объект 2												
	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	цена	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена	зона 1	зона 2	кирпичный	блочный	деревянный	1 комната	2 комнаты	3 комнаты	4 комнаты	цена	налоговая стоимость	отношение стоимость/цена	
22	1	0	0	1	0	1	0	0	0	715	660	0,92	76	0	1	0	1	0	1	0	0	0	840	783	0,93
23	1	0	0	1	0	1	0	0	0	727	660	0,91	77	0	1	0	1	0	1	0	0	0	850	783	0,92
24	1	0	0	1	0	1	0	0	0	740	660	0,89	78	0	1	0	1	0	1	0	0	0	880	783	0,89
25	1	0	0	1	0	0	1	0	0	780	723	0,93	79	0	1	0	1	0	0	1	0	0	970	868	0,89
26	1	0	0	1	0	0	1	0	0	810	723	0,89	80	0	1	0	1	0	0	1	0	0	960	868	0,90
27	1	0	0	1	0	0	1	0	0	788	723	0,92	81	0	1	0	1	0	0	1	0	0	930	868	0,93
28	1	0	0	1	0	0	0	1	0	880	794	0,90	82	0	1	0	1	0	0	1	0	0	955	868	0,91
29	1	0	0	1	0	0	0	1	0	870	794	0,91	83	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1020	935	0,92
30	1	0	0	1	0	0	0	1	0	850	794	0,93	84	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1044	935	0,90
31	1	0	0	1	0	0	0	1	0	900	794	0,88	85	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1025	935	0,91
32	1	0	0	1	0	0	0	1	0	860	794	0,92	86	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1045	935	0,89
33	1	0	0	1	0	0	0	0	1	905	858	0,95	87	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1000	935	0,94
34	1	0	0	1	0	0	0	0	1	945	858	0,91	88	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1144	1033	0,90
35	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1000	858	0,86	89	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1177	1033	0,88
36	1	0	0	1	0	0	0	0	1	920	858	0,93	90	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1188	1033	0,87
37	1	0	0	1	0	0	0	0	1	940	858	0,91	91	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1057	1033	0,98
38	1	0	0	0	1	1	0	0	0	635	574	0,90	92	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1111	1033	0,93
39	1	0	0	0	1	1	0	0	0	600	574	0,96	93	0	1	0	0	1	1	0	0	0	777	774	1,00
40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	640	574	0,90	94	0	1	0	0	1	1	0	0	0	780	774	0,99
41	1	0	0	0	1	1	0	0	0	620	574	0,93	95	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1000	774	0,77
42	1	0	0	0	1	1	0	0	0	650	574	0,88	96	0	1	0	0	1	0	1	0	0	850	772	0,91
43	1	0	0	0	1	1	0	0	0	642	574	0,89	97	0	1	0	0	1	0	1	0	0	860	772	0,90
44	1	0	0	0	1	0	1	0	0	900	710	0,79	98	0	1	0	0	1	0	1	0	0	866	772	0,89
45	1	0	0	0	1	0	1	0	0	740	710	0,96	99	0	1	0	0	1	0	1	0	0	840	772	0,92
46	1	0	0	0	1	0	1	0	0	700	710	1,01	100	0	1	0	0	1	0	1	0	0	830	772	0,93
47	1	0	0	0	1	0	0	1	0	789	712	0,90	101	0	1	0	0	1	0	0	1	0	900	894	0,99
48	1	0	0	0	1	0	0	1	0	780	712	0,91	102	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1160	894	0,77
49	1	0	0	0	1	0	0	1	0	760	712	0,94	103	0	1	0	0	1	0	0	1	0	930	894	0,96
50	1	0	0	0	1	0	0	1	0	830	712	0,86	104	0	1	0	0	1	0	0	1	0	940	894	0,95
51	1	0	0	0	1	0	0	1	0	750	712	0,95	105	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1050	853	0,81
52	1	0	0	0	1	0	0	0	1	810	768	0,95	106	0	1	0	0	1	0	0	0	1	800	853	1,07
53	1	0	0	0	1	0	0	0	1	840	768	0,91	107	0	1	0	0	1	0	0	0	1	900	853	0,95
54	1	0	0	0	1	0	0	0	1	870	768	0,88	108	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1000	853	0,85

Как и ожидалось, в выборке рыночных цен и соответствующих им смоделированных значений налоговой стоимости имеется два объекта с отношением «налоговая стоимость/цена», достигающим и превышающим порогового значения 1,05 (объект №106 – 1,07, объект №62 – 1,05). Также имеется один объект (№46 – 1,01) с отношением, превышающим единицу, но не достигающим порога существенности.

Значения стоимости для налогообложения остальных объектов лежат ниже соответствующих им рыночных цен. Среднее по всей выборке значение отношения налоговая стоимость/цена составляет 0,91, минимальное значение – 0,77.

2.3.5. Порядок определения базовых ставок и коэффициентов модели

Для определения базовых ставок и коэффициентов методики, реализующей метод последовательных сечений, следует ориентироваться на полученные в таблицах 20, 21 и 23 коэффициенты модели.

В качестве альтернативного решения в модели последовательных сечений может быть утверждена таблица налоговых стоимостей квартир по выбранным группам последнего шага сечений, аналогичной таблице 22, но с указанием налоговой стоимости (см. табл.27).

Таблица 27

Налоговые стоимости квартир в зависимости от значений основных ценообразующих признаков

Ценовая зона	Стены	Количество комнат	Средняя цена, д.е.	Налоговый коэффициент	Налоговая стоимость, д.е.
1	кирпичные	1	786	0,91	716
1	кирпичные	2	856	0,91	779
1	кирпичные	3	964	0,91	877
1	кирпичные	4	1057	0,91	962
1	блочные	1	724	0,91	660
1	блочные	2	793	0,91	723
1	блочные	3	872	0,91	794
1	блочные	4	942	0,91	858
1	деревянные	1	631	0,91	574
1	деревянные	2	780	0,91	710
1	деревянные	3	782	0,91	712
1	деревянные	4	844	0,91	768
2	кирпичные	1	952	0,91	867
2	кирпичные	2	978	0,91	890
2	кирпичные	3	1153	0,91	1050
2	кирпичные	4	1254	0,91	1141
2	блочные	1	860	0,91	783
2	блочные	2	954	0,91	868
2	блочные	3	1027	0,91	935
2	блочные	4	1135	0,91	1033
2	деревянные	1	852	0,91	774
2	деревянные	2	849	0,91	772
2	деревянные	3	983	0,91	894
2	деревянные	4	938	0,91	853

2.4. СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАССМОТРЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ

Для удобства сравнения рассмотренных моделей оценки недвижимости для налогообложения, сведем основные показатели их качества в таблицу:

Таблица 28

Показатель	Регрессионная модель	Модель параллельных сечений	Модель последовательных сечений
Нормированный коэффициент детерминации $R^2_{\text{корр}}$	0,88	0,87	0,90
Относительная обобщенная ошибка	5,9%	6,0%	4,7% *
Средняя ошибка аппроксимации	3,3%	3,4%	3,0%
Налоговый коэффициент при 2% уровне превышений и 5% уровне существенности	0,90	0,90	0,91
Среднее значение отношения «налоговая стоимость / цена»	0,90	0,90	0,91

* среднее значение

Как следует из таблицы, основные показатели сравниваемых моделей достаточно близки.

3. ФОРМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ ВЫБОРА ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

В дополнение к методам экспертных оценок выбора ценообразующих факторов можно использовать формальные методы проверки правильности их выбора. Учитывая специфику формирования рассмотренной регрессионной модели (использование только двоичных переменных), к ним некорректно применять методы корреляционного анализа для выявления мультиколлинеарности (мультисопряженности) влияющих факторов. При изменении значения двоичной переменной фактически происходит сдвиг среднего значения выходного переменной (стоимости) в подвыборке.

Поэтому при анализе правильности выбора ценообразующих факторов нас, прежде всего, будут интересовать методы сравнения параметров двух выборок. При этом наибольший интерес, особенно в условиях ограниченного объема выборки, представляют непараметрические методы и критерии. Под непараметрическими будем понимать такие методы и критерии, которые для своей реализации не требуют соответствия функции распределения исследуемой величины (в нашем случае – цены) какому-либо параметрическому семейству функций распределения (нормальному, логарифмически-нормальному, экспоненциальному и т.п.).

При значительных объемах рыночных данных (более ста объектов) возможно уверенное применение классических методов, основанных на применении методов дисперсионного анализа. Это следует из того, что регрессионные модели, не содержащие иных, кроме фиктивных, переменных, по своему содержанию тождественны дисперсионной модели, а используемые им классические распределения (Стьюдента, Фишера) асимптотически сходятся к нормальным.

3.1. Сравнение средних значений двух экспериментальных выборок

Типовой задачей контроля обоснованности разбиения экспериментальной выборки на однородные группы, является установление совпадений или различий характеристик двух групп экспериментальных данных. Для этого формулируются статистические гипотезы: 1) об отсутствии различий – т.н. нулевая гипотеза и 2) значимости различий – т.н. альтернативная гипотеза. Для принятия решения о том, какую из гипотез следует принять, используют решающие правила – статистические критерии. На основании информации о результатах наблюдений вычисляется число, называемое эмпирическим значением критерия, которое сравнивается с известным эталонным числом, называемым критическим значением критерия.

Критические значения приводятся, как правило, для нескольких значений уровня значимости, под которым понимается вероятность ошибки, заключающейся в отклонении (не принятии) нулевой гипотезы, когда она верна, т.е. вероятность того, что различия сочтены существенными в то время, когда они случайны. Поэтому обычно критическое значение критерия определяется на уровне значимости, принятом в данной области знаний. В эконометрических расчетах, как правило, принимается уровень значимости $\alpha = 0,05$, т.е. допускается не более чем 5%-ая вероятность описанной ошибки.

Если полученное при обработке экспериментальных данных эмпирическое значение критерия оказывается меньшим или равным критическому, то принимается нулевая гипотеза – т.е. считается, что различия в характеристиках сравниваемых выборок обусловлены случайными факторами. В противном случае (если эмпирическое значение критерия строго превышает его критическое значение) нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза, состоящая в том, что характеристики сравниваемых выборок различаются с вероятностью $p=1-\alpha$.

Для ограниченного, но не малого объема выборки ($n \geq 10$), проверка надежности различий средних значений двух независимых выборок целесообразно проводить с помощью критерия Крамера-Уэлча, не требующего для своего применения, в отличие от известного t -критерия

Стьюдента, выполнения условий нормальности распределения, равенства объемов и дисперсий сравниваемых выборок²⁹.

Эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча

$$T_{эм} = \frac{|\bar{x} - \bar{y}| \times \sqrt{n_x n_y}}{\sqrt{n_y s_x^2 + n_x s_y^2}}, \quad (11)$$

где \bar{x} , s_x^2 , n_x и \bar{y} , s_y^2 , n_y - средние значения, выборочные дисперсии и объемы первой и второй выборок соответственно,

сравнивается с его критическим значением, равным $T_{0.05} = 1,96$ для уровня значимости $\alpha = 0,05$.

Рассмотрим, в качестве примера, решение практических задач, возникающих при построении моделей оценки стоимости на примере экспериментальных данных, использованных при построении моделей.

3.1.1. Предположим, что мы сомневаемся и хотим проверить статистическую значимость различия в средних ценах однокомнатных ($\bar{y} = 792$ д.е.) и двухкомнатных ($\bar{x} = 870$ д.е.) квартир экспериментальной выборки:

Таблица 29

Объект	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 комнат.	800	802	750	760	798	804	713	715	727	740	635	600	640	620
2 комнат.	880	805	860	880	780	810	788	900	740	700	850	1033	1050	970

Объект	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1 комнат.	650	642	960	962	912	958	966	870	840	850	880	777	780	1000
2 комнат.	960	930	955	850	860	866	840	830	-	-	-	-	-	-

Согласно исходным данным (см., например, табл.26), объемы выборок, содержащих однокомнатные и двухкомнатные квартиры, составляют $n_x = 28$ и $n_y = 22$ соответственно. Выборочные дисперсии определяются по соотношению (7), приведенному в п.2.1.5, где в качестве текущих значений цен y_i используются соответственно цены однокомнатных и двухкомнатных квартир, $m=0$. Расчетные значения дисперсий равны $s_x^2 = 13761$ и $s_y^2 = 7665$ соответственно³⁰.

$$\text{Тогда значение } T_{эм} = (870 - 792) \times \frac{\sqrt{28 \times 22}}{\sqrt{28 \times 7665 + 22 \times 13761}} = 2,72 > T_{0.05} = 1,96,$$

что позволяет отвергнуть нулевую гипотезу и с вероятностью не менее 0,95 полагать, что различия в средних значениях цен однокомнатных и двухкомнатных в исследуемой выборке являются статистически надежными.

3.1.2. Аналогичный результата может быть получен в данном случае методами однофакторного дисперсионного анализа, реализованного в пакете прикладных программ MS Excel, с использованием встроенного статистического пакета «Анализ данных» и «инструмента анализа» - однофакторный дисперсионный анализ (табл.30). При этом в качестве входного интервала нужно указать массив данных результирующего показателя (цены) отсортированного по отдельным значениям исследуемого качественного фактора, т.е. две нижние строки таблицы 29.

²⁹ Единственным ограничением применимости данного критерия является объем исследуемых данных, который не должен быть менее 8-10 для каждой подвыборки. С ростом объема выборки надежность применения критерия Крамера-Уэлча повышается.

³⁰ Эти значения могут быть получены стандартными средствами ППП MS Excel, см. далее.

Для проверки гипотезы о корректности декомпозиции квартир на одно и двух комнатные с точки зрения влияния на величину их удельной стоимости в пакете MS Excel применяется *F-критерий*³¹.

В таблице 30 во втором столбце указано число значений цен в каждой группе, в столбце 4 – среднее значение удельной стоимости каждого типа квартир, в столбце 5 – значения дисперсий (использованы выше при расчете значения критерия Крамера-Уэлча).

Таблица 30
Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ				
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Столбец 1	28	22151	791,1071	13761,43
Столбец 2	22	19137	869,8636	7664,695

Таблица 31

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	76415,8	1	76415,8	6,8879	0,011603	4,042647
Внутри групп	532517,3	48	11094,1			
Итого	608933,1	49				

В пятом столбце таблицы 31 дано расчетное значение F-критерия: $F_{расч}=6,888$. Соответствующее критическое значение при уровне значимости $\alpha=0,05$ приводится в седьмом столбце таблицы: $F_{крит}(0,05; 1; 48) = 4,043$.

Если $F_{расч}$ окажется меньше критического значения $F_{крит}$, то с вероятностью $1-\alpha$ (где $\alpha=P\text{-Значение}$, указанное в столбце 6 табл.30) можно утверждать, что нет смысла разделять квартиры на одно и двух комнатные, т.к. это разделение не оказывает влияния на удельную стоимость квартиры. В нашем случае выполняется неравенство $F_{расч} > F_{крит}$, следовательно, зависимость цены от количества комнат в квартире существует, и разделение квартир на одно и двух комнатные является целесообразным.

Описанную процедуру проверки статистической надежности, при необходимости, можно проводить на этапе отбора всех ценообразующих факторов и установлении отдельных значений (категорий) каждого из них для того, чтобы убедиться в правильности экспертного решения этой задачи.

При использовании данной процедуры необходимо помнить, что разбиваемая по категориям ценообразующих факторов выборка должна быть более-менее однородной. В противном случае вариации цены, вызванные другими, неучтенными и, быть может, более мощными факторами, будут приписаны действию анализируемого фактора, и может быть сделан неверный вывод о его значимости при отсутствии таковой.

3.2. Преобразование ценообразующих факторов

Если в качестве ценообразующего фактора используется количественная непрерывная переменная (например, расстояние или площадь), то ее в соответствии с концепцией рассматриваемых моделей нужно разбить на градации (группы), и для каждой градации ввести отдельную фиктивную (двоичную) переменную.

Например, расстояние до метро (или центра поселения, или иного локального ценообразующего центра влияния) можно представить следующим образом: до 500 метров – x_1 , от 500 до 1000 м – x_2 , более 1 км – x_3 . Тогда, если объект оценки будет находиться на расстоянии от центра влияния, например, до 500 метров, переменная x_1 будет равна 1, переменные x_2 и x_3 будут

³¹ Необходимо помнить о предпосылках применимости данного критерия – см. сноску 10

равны 0. Если же объект оценки будет находиться на расстоянии от центра, например, от 500 до 1000 м, переменная x_1 будет равна 0, переменные x_2 будет равна 1, а x_3 будет равна 0, и т.д.

Процесс разбиения такого ценообразующего фактора можно сопровождать статистической проверкой значимости совпадения или различия средних значений исследуемой величины (в данном случае - цены) в каждой из полученных градаций. Такую проверку также рекомендуется проводить с использованием критерия Крамера-Уэлча. Например, проверим корректность разбиения расстояния до центра влияния на два интервала: до 500 м и от 500 до 1000 м. Допустим, что цены на однородные объекты недвижимости распределились следующим образом (табл.32):

Таблица 32

Номер наблюдения		1	2	3	4	5	6	7
Цена по группам, д.е.	До 500 м	650	642	960	962	912	958	966
	От 500 до 1000 м	1000	500	700	840	450	1090	577

Номер наблюдения		8	9	10	11	12	13	14
Цена по группам, д.е.	До 500 м	870	840	850	200	777	780	400
	От 500 до 1000 м	300	-	-	-	-	-	-

Выполним расчеты эмпирического значения критерия Крамера-Уэлча по соотношению (11) с использованием данных таблицы 32.

Промежуточные расчеты можно выполнить с использованием статистического пакета «Анализ данных» MS Excel (см. табл. 33)

Таблица 33

Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ				
Группа	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
до 500 м	14	10767	769,0714	52377,61
от 500 до 1000 м	8	5457	682,125	76681,84

Используя полученные данные об объеме выборок (*Счет*), средних значений (*Среднее*) и выборочных дисперсий (*Дисперсия*) определим эмпирическое значение критерия как

$$T_{эмп} = (769-682) \times \frac{\sqrt{14 \times 8}}{\sqrt{8 \times 52378 + 14 \times 76682}} = 0,753 < T_{0.05} = 1,96,$$

Это означает, что с вероятностью ошибки, не превышающей 5%, мы можем считать совпадающими средние значения цен по группам, полученным в результате разбиения расстояния до метро на указанные градации. Другими словами, наблюдаемое различие в средних значениях цен в рассматриваемых градациях разбиения носит случайный характер. Отсюда такое разбиение представляется бессмысленным и следует либо перейти к иному разбиению, либо, после исследования различных разбиений, отказаться от применения данного признака как влияющего фактора модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка рыночной стоимости объектов недвижимости для любых целей как процесс состоит из изучения самого объекта оценки и рынка объекта оценки, создания экономико-математической модели этого рынка и собственно оценки объектов недвижимости, входящих в этот рынок.

При определении налоговой стоимости (стоимости для целей налогообложения) этот процесс дополняется важным этапом корректного определения налогового коэффициента, связывающего значения рыночной и налоговой стоимостей.

В целом, алгоритм построения модели оценки стоимости, можно представить в виде следующей последовательности операций:

- Описание объекта оценки.
- Сбор ценовой и ценообразующей информации.
- Ценовое зонирование территории оценки.
- Выбор ценообразующих факторов.
- Составление таблицы наблюдений.
- Преобразование таблицы наблюдений в цифровой вид.
- Построение модели оценки стоимости.
- Оценка качества модели оценки стоимости.
- Расчет налогового коэффициента.
- Разработка порядка определения базовых ставок и коэффициентов расчетной методики.

При создании моделей оценки стоимости для налогообложения следует искать компромисс между сложностью оценки и точностью результата. Как показывают представленные выше расчеты, точностные показатели трех рассмотренных моделей сопоставимы друг с другом. Наиболее универсальной является регрессионная модель. Однако для ее построения необходимо иметь компьютерное обеспечение и некоторое знание математической статистики.

Практика показывает, что для оценки квартир в многоквартирных домах для налогообложения в качестве альтернативы регрессионному анализу при создании моделей оценки стоимости можно использовать подходы кластерного анализа – методы сечений (группировок). С теоретической точки зрения методы сечений «грубее» метода регрессионного анализа. Однако за счет «сжатия» информации для них характерна высокая статистическая достоверность, простота и невысокая трудоемкость. Для их использования не требуется особых знаний в области математической статистики, не нужно создавать специальное программное обеспечение - достаточно уметь пользоваться стандартными пакетами прикладных программ. А в малых поселениях можно обойтись и без компьютера.

Как показывают расчеты, метод последовательных сечений несколько точнее метода параллельных сечений. Кроме того, он обладает возможностью территориально автономной актуализации модели оценки. Однако из-за эффекта «истощения выборки» при последовательных шагах сечения он предъявляет повышенные требования к общему объему экспериментальной выборки. Иными словами, когда не хватает информации о ценах в каких-то группах объектов недвижимости, то для построения приемлемых, с точки зрения достоверности, моделей оценки стоимости недвижимости для целей налогообложения целесообразно использовать метод параллельных сечений.

Предполагается, что модели оценки стоимости для целей налогообложения будут создаваться силами местных муниципальных образований с использованием местных рыночных данных. На сегодняшний день в России насчитывается несколько тысяч муниципальных образова-

ний. Такое их количество исключает возможность создания требуемого количества моделей одной группой специалистов. Задача построения стоимостных моделей может быть решена путем создания методических рекомендаций, которые могли бы быть использованы на местах при минимальной помощи разработчиков этих рекомендаций. В связи с этим рекомендации должны быть построены по типу инструкций, минимизирующих вариативность принятия решений на этапе создания моделей на местах.

Представленные выше материалы предназначены для решения именно этой задачи и являются основой для ведущейся в настоящее время разработки таких рекомендаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Грибовский С.В.* Оценка доходной недвижимости. СПб.: Питер, 2001.
2. Организация оценки и налогообложения недвижимости / Под общей редакцией Джозефа К. Эккерта. В 2-х томах. М.: Издательство Российского общества оценщиков, 1997.
3. Теория статистики / Под редакцией профессора Р.А. Шмойловой. М.: Финансы и статистика, 1998.
4. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Основы теории систем и системного анализа: Учебник для студентов вузов. 2-е издание, переработанное и дополненное. СПб.: Издательство СПбГТУ, 1999.
5. *Стерник Г.М., Ноздрина Н.Н.* Методология сбора и обработки информации о рынке недвижимости (пособие риелтору). М.: Российская гильдия риелторов, 1997.
6. *Федотова М.А., Грибовский С.В., Стерник Г.М., Житков Д.Б. и др.* Разработка методических рекомендаций по оценке квартир в целях налогообложения. Отчет о научно-исследовательских работах. М.: Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации, 2004.
7. *Грибовский С.В., Федотова М.А. и др.* Методология массовой оценки стоимости недвижимости для налогообложения. М.: Финансы и кредит, 2005, 3(171).
8. *Грибовский С.В., Баринов Н.П., Анисимова И.Н.* О повышении достоверности оценки рыночной стоимости методом сравнительного анализа // Вопросы оценки. 2002. № 1.
9. Орлов А.И. Эконометрика: Учеб. пособие для вузов. – М.: «Экзамен», 2002. – 576с
10. Закс Л. Статистическое оценивание. Пер. с нем. В.Н. Варыгина. Под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. М., «Статистика», 1976. – 598с.

Опубликовано:

журнал «Имущественные отношения в Российской Федерации»

№ 5 (56) 2006, с.96-106,

№6 (57) 2006, с.66-82

№7 (58) 2006, с.85-105