

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОСНОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТОИМОСТИ ЖИЛЬЯ В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ

Аннотация В статье рассматривается методика применения эконометрического моделирования – одного из наиболее универсальных статистических методов обоснования принятия управленческих решений в условиях неопределенности – в выявлении и оценке факторов, оказывающих влияние на рыночную стоимость жилья в регионе.

Управленческая деятельность в любой предметной области (торговля, производство, строительство и т.д.) постоянно связана с принятием решений по возникающим проблемам. Для разработки и выбора единственно правильного решения необходима полная и достоверная информация, характеризующая проблемную ситуацию. Иначе говоря, должна быть полная определенность относительно всех факторов, прямо или косвенно влияющих на решение. Однако на практике многие факторы: уровень спроса на продукцию, политическая обстановка и др. – нельзя предсказать точно. Поэтому и выбор решения очень часто сопряжен с неопределенностью. В процессе принятия решений неопределенными могут быть условия реализации решений, их последствия, а также сознательные действия конкурентов или других субъектов, заинтересованных в разрешении какой-либо проблемы. Иногда неопределенными могут быть критерии выбора решения, когда его эффективность нельзя охарактеризовать одним-единственным показателем. Следует подчеркнуть, что всегда присутствует риск принятия не самого эффективного решения. Однако в условиях сложной ситуации использование специальных статистических методов позволяет глубже разобраться в ситуации и оценить каждое возможное решение таким образом, чтобы риск был минимальным.

Одним из таких наиболее универсальных статистических методов можно считать эконометрическое моделирование исследуемой проблемы. Рассмотрим его применение в области моделирования стоимости жилья в регионе (на примере Республики Мордовия).

Приказом Министерства строительства Российской Федерации от 30 октября 1995 года была утверждена Временная методика оценки жилых помещений. Основной целью Методики является решение задач, связанных с определением нижних и верхних границ цен сделок по отчуждению и приобретению жилых помещений независимо от форм собственности. Задачей оценки является определение цены спроса и/или цены предложения, и/или цены сделки на конкретную квартиру, на конкретную дату или конкретный период, исходя из ее равноценности с квартирами данного типа. Данная Методика предусматривает составление функциональной модели по

десяти упорядоченным свойствам квартиры:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Месторасположение строения. | 6. Этажное расположение квартиры. |
| 2. Капитальность строения. | 7. Количество проходных комнат. |
| 3. Общая площадь. | 8. Высота помещений. |
| 4. Жилая площадь. | 9. Количество балконов, лоджий. |
| 5. Площадь кухни. | 10. Наличие телефона. |

Данные свойства модели определяются экспертным путем или путем взвешивания по вероятности занятия первого места в публикациях. Источниками информации могут быть:

- кредитные договоры в сумме кредита, обеспеченного твердым залогом квартиры,
- котировки жилищных сертификатов и жилищных облигаций на вторичном фондовом рынке,
- предварительные договоры (фьючерсы) на приобретение будущих квартир при полной предоплате в сумме, не учитывающей проценты по кредитованию продавца фьючерса, затраты на удостоверение и регистрацию будущей сделки,
- устные опросы лиц, дающих объявление о покупке квартиры определенного качества, но не указавших свою цену.

В пределах данной методики все квартиры, соответствующие данным требованиям, имеют одинаковую цену спроса/предложения, определяемую как выборочное среднее. Размах вариации и дисперсия отражают фактический разброс цен, выявленный из опыта.

Данная Методика не является до конца совершенной, поскольку не предусматривает использование функциональной модели для аналитических расчетов (расчетов и построений теоретических линий регрессии, трендов и т.д.), а также не предполагает проведение оперативных выборок большого объема с проведением детального статистического анализа.

Анализ отечественного и зарубежного опыта оценки недвижимости позволяет сделать следующие выводы.

- 1) В настоящее время в России отсутствует действующая система оценки объектов недвижимости, адекватная требованиям рыночной экономики.
- 2) Опыт западных стран с развитой рыночной экономикой можно использовать для построения аналогичной системы оценки в России. Необходима адаптация действующих в западных странах международных стандартов профессиональной деятельности оценщиков недвижимости и основных методов оценки.
- 3) Методы оценки не являются универсальными. Для конкретной ситуации по оценке недвижимости должны применяться соответствующие, наиболее адекватные ей методы оценки.
- 4) Для формирования в России системы оценки недвижимости, соответствующей рыночным условиям хозяйствования, требуется

создание соответствующей научно-методической и нормативной базы, учитывающей мировую и отечественный опыт, оригинальные разработки российских ученых и экспертов - оценщиков.

5) Поскольку стоимость недвижимости является случайной величиной, зависящей от изменения множества случайных значений факторов, то для ее определения можно применять методы математической статистики.

Как уже отмечалось выше, стоимость жилья формируется в результате взаимодействия многообразных факторов и задача статистики - выявить эти факторы, установить существующие между ними взаимосвязи и конкретную форму зависимости.

Процесс изучения взаимосвязей состоит из ряда этапов.

Первый этап: проведение статистического наблюдения с целью выявления статистических показателей, характеризующих стоимость жилья. Поскольку иметь данные о ценах на жилье и его характеристиках по всей генеральной совокупности трудоемко и невозможно, то следует рассмотреть их выборку как эмпирический аналог генеральной совокупности. Задачи математической статистики сводятся к обоснованному суждению об объективных свойствах генеральной совокупности по результатам выборки.

Достоверность выводов, получаемых в результате статистической обработки данных, во многом зависит от успешного решения вопроса представительности выборки, т.е. полноты и адекватности представления свойств анализируемой генеральной совокупности. Это достигается случайностью отбора, когда каждый элемент генеральной совокупности имеет одинаковую вероятность быть отобранным.

Следует отметить особенность данных, представляющих характеристики жилья. Не все данные можно представить количественно, часть из них имеет лишь качественное содержание. Например, на стоимость квартиры влияют такие факторы как, этаж (первый - последний, все остальные), угловая или нет квартира, наличие или отсутствие балкона (лоджии).

Переменные указанного выше типа называются *dummy variables*, что переводится как «фиктивные» переменные. Однако «фиктивность» d состоит лишь в том, что они количественным образом описывают качественный признак.

В эконометрической практике чаще используются фиктивные переменные типа "0-1", поскольку интерпретация в данном случае выглядит наиболее просто. Как правило, переменные d_i из множества d принимают значение 0, если переменная не обладает данным признаком и 1 - если переменная обладает данным признаком.

Если включаемый в рассмотрение качественный признак имеет более двух значений, то можно ввести дискретную переменную, принимающую такое же количество значений, но в данном случае достаточно трудно дать содержательную интерпретацию соответствующему коэффициенту. В этих случаях целесообразнее использовать несколько бинарных переменных. Способ включения фиктивных переменных зависит от априорной информации относительно влияния соответствующих качественных

признаков на зависимую переменную и от гипотез, которые проверяются с помощью модели. Следует отметить, что от способа включения фиктивной переменной зависит интерпретация оценки при ней.

При введении фиктивных переменных необходимо не допустить, чтобы их сумма была тождественно равна константе, также включенной в регрессию, это означало бы линейную зависимость регрессоров между собой, и приводит к невозможности получения МНК - оценок (такая ситуация называется "dummy trap").

Второй этап предполагает на основании выборочной совокупности получить количественное подтверждение наличия или отсутствия связи между рассматриваемыми факторами. Для этого применяются методы корреляционного анализа (поскольку данные о стоимости жилья можно считать случайными, а генеральную совокупность из которой произведена выборка - распределенной по многомерному нормальному закону). С помощью корреляционного анализа дается оценка корреляционной матрицы генеральной совокупности по выборке и определяются на ее основе частные и множественные коэффициенты корреляции и детерминации. Парный (частный) коэффициент корреляции характеризует тесноту линейной зависимости между двумя переменными на фоне действия (при исключении влияния) всех остальных показателей, входящих в модель

Третий этап - проведение регрессионного анализа. После того как с помощью корреляционного анализа выявлено наличие статистически значимых связей между переменными и оценена степень их тесноты, переходим к математическому описанию конкретного вида зависимостей с использованием регрессионного анализа. Необходимо подобрать класс функций, связывающих экзогенную (Y) переменную и аргументы - эндогенные переменные, отобрать наиболее информативные, вычислить оценки значений параметров уравнения связи и проанализировать точность полученного уравнения.

Для построения регрессионной модели стоимости квартир были взяты данные риэлторских фирм города Саранска за 2007г. объем выборки составляет более 100 наблюдений. Рассмотренные статистические данные позволили выделить в качестве определяющих следующие факторы, влияющие на стоимость квартиры в городе: общая площадь, жилая площадь, площадь кухни, тип дома, наличие балкона (лоджии), район города, угловая (не угловая), период продаж.

Выбору именно этих показателей в качестве факторов жилья предшествовал обстоятельный анализ исходного массива данных, а также информация работников риэлторских фирм города. Под типом дома понимается деление всего жилищного фонда города на дома улучшенной планировки и старый фонд (дома 1960-х годов), так называемые "хрущевки". Безусловно, этот фактор является определяющим для стоимости квартиры, т.к. «хрущевки» имеют меньшую общую, жилую площадь, площадь кухни, а также менее удобную планировку самой квартиры.

Материал стен также имеет немаловажное значение при приобретении квартиры, поскольку кирпичные дома являются более теплыми и

экологичными. Кроме того, влияние таких факторов, как этаж, общая, жилая площадь и площадь кухни, наличие балкона, не вызывает сомнения.

Принадлежность определенному району города отражается в виде коэффициента зонирования. Его значение находилось с помощью экспертных оценок, коэффициент принимает значение 1 (если квартира располагается в центре города) и 0 (если в районе города (Северо-Запад, Юго-Запад, Северо-Восток)),

Аргументы (объясняющие переменные), входящие в модель стоимости квартир (Y), выражаются следующими количественными переменными:

X_1 – общая площадь, кв.м.;

X_2 – жилая площадь, кв.м.;

X_3 – площадь кухни, кв.м.;

а также фиктивными переменными, принимающими два возможных значения 0 или 1:

$X_4 = \begin{cases} 0, & \text{если дом «хрущевка»,} \\ 1, & \text{если дом улучшенной планировки;} \end{cases}$

$X_5 = \begin{cases} 0, & \text{если в квартире отсутствует балкон (лоджия),} \\ 1, & \text{если в квартире есть балкон (лоджия);} \end{cases}$

$X_6 = \begin{cases} 0, & \text{если квартира расположена на первом (последнем) этаже,} \\ 1, & \text{если квартира расположена на одном из промежуточных этажей} \\ & \text{дома;} \end{cases}$

$X_7 = \begin{cases} 0, & \text{если квартира расположена в районах города,} \\ 1, & \text{если квартира расположена в центре города;} \end{cases}$

$X_8 = \begin{cases} 0, & \text{если квартира угловая,} \\ 1, & \text{если квартира не угловая;} \end{cases}$

$X_9 = \begin{cases} 0, & \text{если квартира продана в первой половине года,} \\ 1, & \text{если квартира продана во второй половине года;} \end{cases}$

На первоначальном этапе обработки информации была проведена типологическая группировка квартир по числу комнат. Таких групп было образовано 3, рассматриваются данные об одно-, двух- и трехкомнатных квартирах. Объем сделок по квартирам большего числа комнат незначителен и выборка по ним будет являться не представительной для характеристики параметров генеральной совокупности, поэтому эти данные не рассматриваются.

Для получения оптимальных оценок параметров корреляционно

регрессионной модели, и значимых параметров, необходимо чтобы исходная совокупность обладала таким свойством как отсутствие мультиколлинеарности или, по другому, состав независимых признаков должен соответствовать своему названию, то есть независимостью между собой. Для выявления мультиколлинеарности построим матрицу парных коэффициентов корреляции.

Таблица 1 - Матрица парных коэффициентов корреляции

| Показатели | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 |
|------------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|----|
| Y | 1 | | | | | | | | | |
| X1 | 0,10 | 1 | | | | | | | | |
| X2 | 0,05 | 0,78 | 1 | | | | | | | |
| X3 | 0,40 | 0,75 | 0,69 | 1 | | | | | | |
| X4 | 0,63 | 0,62 | 0,54 | 0,77 | 1 | | | | | |
| X5 | 0,11 | 0,48 | 0,47 | 0,41 | 0,40 | 1 | | | | |
| X6 | 0,23 | 0,19 | 0,16 | 0,02 | 0,02 | 0,15 | 1 | | | |
| X7 | 0,56 | 0,13 | 0,08 | 0,01 | -0,05 | 0,09 | 0,38 | 1 | | |
| X8 | 0,38 | -0,05 | -0,12 | 0,00 | -0,02 | 0,18 | 0,28 | 0,44 | 1 | |
| X9 | 0,47 | 0,30 | 0,28 | 0,12 | 0,05 | 0,26 | 0,05 | 0,25 | 0,21 | 1 |

Анализ парных коэффициентов корреляции дает нам возможность сделать вывод, что между факторными признаками отсутствует мультиколлинеарность, т.к. парные коэффициенты корреляции между факторными признаками меньше 0,8. Следовательно, условие независимости для факторных признаков выполнено и можно приступать к расчету оптимальных показателей регрессионной модели.

Анализируя матрицу парных коэффициентов корреляции для зависимой переменной и независимых факторов можно сделать следующие выводы:

- наиболее сильна связь средней цены за квадратный метр с показателем тип дома (кирпичный или панельный) – 0,63;
- наиболее слабая - с показателем общей площади, кв.м.

Из всего этого следует, что средняя цена за 1 кв. м. практически не зависит от площади продаваемой квартиры, но зависит от таких составляющих, как тип дома, размер кухни, расположение квартиры и прочее.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Оценка коэффициентов множественной регрессии

| Показатель | Ветта-коэффициент | Стандартная ошибка ветта коэффициента | Значение коэффициента | Стандартная ошибка коэффициента | t-значение | Вероятность |
|------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| | | | 35,289 | 1,976 | 17,857 | 0,000 |
| X1 | 0,834 | 0,380 | 0,300 | 0,137 | 2,195 | 0,030 |
| X2 | 0,523 | 0,377 | 0,467 | 0,172 | 2,710 | 0,008 |
| X7 | 0,442 | 0,068 | 6,192 | 0,949 | 6,523 | 0,000 |
| X9 | 0,394 | 0,069 | 5,574 | 0,970 | 5,747 | 0,000 |

Уравнение регрессии выглядит следующим образом

$$\hat{Y} = 35,289 + 0,300X1 + 0,467X2 + 6,192X7 + 5,574X9$$

(17,857)
(2,195)
(2,710)
(6,523)
(5,747)

Из уравнения регрессии следует что при увеличении общей площади продаваемой квартиры цена за 1 кв.м. стоимость 1 кв.м. может увеличиться на 300 рублей, при увеличении жилой площади на 1 квадратный метр - на 467 рублей за 1 кв.м. Если квартира будет располагаться в центре города при прочих равных условиях цена за 1 кв.м. возрастет на 6 192 рубля за 1 квадратный метр. А если период продажи данной квартиры будет приходиться на второе полугодие отчетного года, что цена за 1 кв.м. увеличиться на 5 574 рубля.

Проверка значимости уравнения регрессии показала, что оно статистически значимо, так как $F_{расч} > F_{табл}$ ($29,89 > 2,44$). Коэффициент корреляции (R) показывает о наличии между оставшимися факторными признаками и результативным признаком высокой связи 0,7. Коэффициент детерминации (R^2) показывает, что 49% вариации средней цены 1 кв. метра зависит от вариации включенных в модель факторов, оказывающих влияние на стоимость одного квадратного метра. Изучаемую совокупность разобьем на три группы по количеству комнат. Определим какие же факторы будут влиять на рыночную стоимость жилья в зависимости от того сколько комнат в квартире. Построение регрессионной модели стоимости жилья для однокомнатной квартиры.

Таблица 3 - Матрица парных коэффициентов корреляции

| Показатели | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----|
| Y | 1 | | | | | | | | | |
| X1 | 0,65 | 1 | | | | | | | | |
| X2 | 0,59 | 0,71 | 1 | | | | | | | |
| X3 | 0,67 | 0,73 | 0,72 | 1 | | | | | | |
| X4 | 0,63 | 0,79 | 0,78 | 0,73 | 1 | | | | | |
| X5 | 0,49 | 0,37 | 0,33 | 0,43 | 0,37 | 1 | | | | |
| X6 | 0,29 | 0,33 | 0,31 | 0,25 | 0,31 | 0,12 | 1 | | | |
| X7 | 0,43 | -0,08 | -0,12 | -0,05 | -0,15 | 0,08 | 0,20 | 1 | | |
| X8 | 0,56 | 0,34 | 0,18 | 0,31 | 0,16 | 0,33 | 0,15 | 0,44 | 1 | |
| X9 | 0,39 | -0,14 | -0,21 | -0,07 | -0,09 | -0,01 | -0,05 | 0,09 | 0,07 | 1 |

Матрица парных коэффициентов корреляции (таблица 3) показывает, что средняя цена наиболее тесно связана с площадью кухни, типом дома, жилой площадью, общей площадью. Связь между этими показателями средняя. На стоимость однокомнатной квартиры влияет большое количество различных факторов. Результаты регрессионного анализа представим в таблице 4.

Таблица 4 - Оценка коэффициентов множественной регрессии

| Показатель | Ветта-коэффициент | Стандартная ошибка ветта коэффициент | Значение коэффициента | Стандартная ошибка коэффициента | t-значение | Вероятность |
|------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | 36,203 | 2,617 | 17,654 | 0,000 |
| X1 | -0,992 | 0,152 | 0,952 | 0,146 | 6,516 | 0,000 |
| X2 | 0,590 | 0,145 | 1,326 | 0,326 | 4,062 | 0,000 |

Окончание табл. 4

| | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| X5 | 0,225 | 0,063 | 1,931 | 0,538 | 3,585 | 0,001 |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| X7 | 0,434 | 0,066 | 5,812 | 0,579 | 6,590 | 0,000 |
| X8 | 0,190 | 0,075 | 1,651 | 0,653 | 2,527 | 0,016 |
| X9 | 0,569 | 0,059 | 6,906 | 0,712 | 9,698 | 0,000 |

Уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$\hat{Y} = 36,203 + 0,952X_1 + 1,326X_2 + 1,971X_5 + 5,812X_7 + 1,65X_8 + 6,90X_9$$

(17,654) (6,516) (4,062) (3,585) (6,590) (2,527) (9,698)

Если общая площадь квартиры или жилая площадь будет больше на 1 кв.м., то стоимость 1 кв. м. продаваемой квартиры увеличится на 952 рубля и 1 326 рублей соответственно. Наличие балкона в квартире позволяет увеличить стоимость одного кв. м. на 1 931 рубль. Если продаваемая квартира располагается в центре, то стоимость 1 квадратного метра возрастет на 5 812 рублей. В том случае если однокомнатная квартира не угловая, то цена одного квадратного метра повышается на 1651 рубль. Период продаж так же оказывает очень большое влияние на стоимость одного квадратного метра. Она возрастет 6906 рублей, если квартира будет продана в период с октября по декабрь.

Уравнение регрессии статистически значимо, так как $F_{расч} > F_{табл}$ ($46,315 > 2,38$). Коэффициент корреляции (R) показывает о наличии между оставшимися факторными признаками и результативным признаком высокой связи 0,94. Множественный коэффициент детерминации $R^2 = 0,89$. Он говорит о том, что 89% дисперсии результативного признака обусловлено вариацией включенных в модель обобщенных факторов, а оставшиеся 11% объясняются неучтенными в модели факторами.

Построение регрессионной модели стоимости жилья для двухкомнатной квартиры аналогично моделированию стоимости для однокомнатной квартиры.

Таблица 5 - Матрица парных коэффициентов корреляции

| | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|----|
| Y | 1 | | | | | | | | | |
| X1 | 0,25 | 1 | | | | | | | | |
| X2 | -0,02 | 0,74 | 1 | | | | | | | |
| X3 | 0,21 | 0,50 | 0,12 | 1 | | | | | | |
| X4 | 0,21 | 0,62 | 0,21 | 0,77 | 1 | | | | | |
| X5 | 0,28 | -0,08 | -0,08 | -0,01 | 0,09 | 1 | | | | |
| X6 | 0,32 | -0,03 | 0,01 | -0,33 | -0,33 | 0,14 | 1 | | | |
| X7 | 0,71 | 0,30 | 0,26 | 0,07 | 0,04 | -0,01 | 0,33 | 1 | | |
| X8 | 0,45 | 0,10 | -0,05 | -0,05 | -0,08 | 0,28 | 0,41 | 0,31 | 1 | |
| X9 | 0,50 | -0,11 | -0,25 | 0,02 | 0,01 | 0,34 | 0,01 | 0,08 | 0,18 | 1 |

Матрица парных коэффициентов корреляции (таблица 5) показывает, что наиболее сильная связь между стоимостью и районом города где располагается продаваемая квартира (0,71) и периодом продажи (0,5). Наиболее слабая связь с показателем характеризующим жилую площадь квартиры. (0,02). Результаты регрессионного анализа представим в таблице 6.

Таблица 6 - Оценка коэффициентов множественной регрессии

| Показатель | Ветта-коэффициент | Стандартная ошибка ветта коэффициент | Значение коэффициента | Стандартная ошибка коэффициент | t-значение | Вероятность |
|------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------|-------------|
|------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------|-------------|

| | | a | | та | | |
|----|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | | 26,341 | 5,953 | 4,425 | 0,000 |
| X1 | 0,392 | 0,107 | 0,503 | 0,137 | 3,668 | 0,001 |
| X2 | 0,395 | 0,109 | 0,706 | 0,195 | 3,614 | 0,001 |
| X5 | 0,172 | 0,075 | 3,184 | 1,385 | 2,299 | 0,027 |
| X7 | 0,675 | 0,075 | 9,035 | 0,997 | 9,061 | 0,000 |
| X9 | 0,332 | 0,078 | 4,417 | 1,045 | 4,228 | 0,000 |

Уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$\hat{Y} = 26,34 + 0,503X_1 + 0,706X_2 + 3,184X_5 + 9,035X_7 + 4,417X_9$$

(4,425) (3,668) (3,614) (2,299) (9,061) (4,228)

Стоимость одного квадратного метра продаваемой двухкомнатной квартиры возрастет на 503 рубля и 706 рублей, если общая площадь или жилая соответственно увеличатся на 1 кв.м. При наличии балкона цена на 1 кв.м. возрастет на 3184 рублей. Если двухкомнатная квартира будет располагаться в центре города, то цена за 1 кв.м. возрастет на 9 035 рублей. При продаже квартиры во второй половине года стоимость 1 кв.м. возрастет на 4 417 рублей.

Таким образом, цена двухкомнатной квартиры большей частью зависит от наличия балкона, расположения квартиры и периода ее продажи. Качество полученной модели характеризуется следующим образом. Множественный коэффициент корреляции $R=0,86$, то есть статистическая связь между средней стоимостью одного квадратного метра жилья и оставшимися переменными по таблице Чеддока определяется как высокая. Множественный коэффициент детерминации $R^2 = 0,802$. Он говорит о том, что 80,2% дисперсии результативного признака обусловлено вариацией включенных в модель обобщенных факторов, а оставшиеся 19,8% объясняются за счет не учтенных в модели факторов. Поскольку $F_{расч} = 32,434 > F_{табл} (0,05; 5; 40) = 2,449$, то уравнение регрессии признается статистически значимым. Гипотезы о равенстве нулю коэффициентов уравнения регрессии отвергаются при уровне значимости, меньше 0,05, таким образом, все коэффициенты модели признаются статистически значимыми с вероятностью больше 95%.

Осуществим этапы построения регрессионной модели стоимости жилья для трехкомнатной квартиры.

Таблица 7 - Матрица парных коэффициентов корреляции

| Показатель | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|----|----|----|----|
| и | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Y | 1 | | | | | | | | | |
| X1 | 0,22 | 1 | | | | | | | | |
| X2 | 0,07 | 0,78 | 1 | | | | | | | |
| X3 | 0,07 | 0,74 | 0,72 | 1 | | | | | | |
| X4 | 0,19 | 0,71 | 0,74 | 0,77 | 1 | | | | | |
| X5 | 0,61 | 0,27 | 0,34 | 0,26 | 0,32 | 1 | | | | |
| X6 | 0,37 | 0,27 | 0,08 | -0,12 | -0,16 | -0,09 | 1 | | | |

Окончание табл.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----|
| X7 | 0,53 | 0,30 | -0,02 | -0,14 | -0,26 | 0,15 | 0,59 | 1 | | |
| X8 | 0,48 | 0,38 | 0,13 | 0,11 | 0,00 | 0,09 | 0,35 | 0,60 | 1 | |
| X9 | 0,55 | -0,13 | -0,36 | -0,27 | -0,41 | -0,13 | -0,02 | 0,47 | 0,50 | 1 |

Цена 1 кв.м. наиболее сильно связана с показателем X5 - (угловая, не угловая квартира) - 0,61, расположением квартиры (центр или район города) – 0,53 и периодом продаж – 0,55. Взаимосвязь результативного признака с этими показателями по таблице Чеддока заметная. Результаты регрессионного анализа представим в таблице 8.

Таблица 8 - Оценка коэффициентов множественной регрессии

| Показатель | Ветта-коэффициент | Стандартная ошибка ветта коэффициент | Значение коэффициента | Стандартная ошибка коэффициента | t-значение | Вероятность |
|------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| | | | 29,542 | 2,345 | 12,600 | 0,000 |
| X6 | 0,381 | 0,116 | 7,707 | 2,342 | 3,291 | 0,002 |
| X9 | 0,560 | 0,116 | 10,185 | 2,106 | 4,836 | 0,000 |

Уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$\hat{Y} = 29,542 + 7,707X_6 + 10,185X_9,$$

(12,600) (3,291) (4,836)

В уравнении регрессии трехкомнатной квартиры на стоимость одного квадратного метра наибольшее влияние оказывает период продаж. Цена 1 кв.м. возрастет на 7 707 если продаваемая квартира будет располагаться на среднем этаже и ее стоимость возрастет на 10 185 рублей если период продаж будет приходиться на 2 полугодие.

Множественный коэффициент корреляции полученной модели $R=0,67$, то есть статистическая связь между средней стоимостью одного квадратного метра жилья и оставшимися переменными по таблице Чеддока определяется как значимая. Множественный коэффициент детерминации $R^2 = 0,451$. Он говорит о том, что 45,1% дисперсии результативного признака обусловлено вариацией включенных в модель обобщенных факторов, а оставшиеся 54,9% объясняются не вошедшими в модель факторами. Поскольку $F_{расч} = 16,817 > F_{табл} (0,05; 2; 41) = 3,226$, то уравнение регрессии признается статистически значимым. Гипотезы о равенстве нулю коэффициентов уравнения регрессии отвергаются при уровне значимости, меньше 0,05, таким образом, все коэффициенты модели признаются статистически значимыми с вероятностью больше 95%.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что стоимость одного квадратного метра однокомнатной квартиры выше, чем двухкомнатной и трехкомнатной, в связи с большей ее ликвидностью. На стоимость 1 кв.м. однокомнатной квартиры оказывает влияние самое большое количество факторов. Об этом свидетельствует уравнение регрессии. Множественный коэффициент корреляции наиболее высок для модели, построенной для однокомнатной квартиры, и равен 94%.

Результаты сравнения полученных моделей приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Результаты регрессионного моделирования стоимости квартир на рынке жилья в г. Саранске

| Кол-во комнат в квартире | Уравнение модели | R | R ² |
|--------------------------|--|------|----------------|
| Общее | $\hat{Y} = 35,289 + 0,300X_1 + 0,467X_2 + 6,192X_7 + 5,574X_9$ | 0,70 | 0,49 |
| 1 | $\hat{Y} = 36,203 + 0,952X_1 + 1,326X_2 + 1,971X_5 + 5,812X_7 + 1,651X_8 + 6,906X_9$ | 0,94 | 0,89 |
| 2 | $\hat{Y} = 26,34 + 0,503X_1 + 0,706X_2 + 3,184X_5 + 9,035X_7 + 4,417X_9$ | 0,86 | 0,80 |
| 3 | $\hat{Y} = 29,542 + 7,707X_6 + 10,185X_9$ | 0,67 | 0,45 |

Из данной таблицы следует, что регрессионная модель, построенная для однокомнатной квартиры, является наилучшей. Воспользуемся этой моделью для определения стоимости однокомнатной квартиры.

Рассмотрим пример расчета верхней границы цены однокомнатной квартиры, расположенной на 5 этаже пр. Ленина 23 (не угловая), общая площадь 45,5 кв.м., улучшенной планировки в кирпичном доме, площадь кухни 11,5 кв.м., с балконом, жилая площадь 21 кв.м. на декабрь месяц.

$$\hat{Y} = 36,203 + 0,952 + 1,326 + 1,971 + 5,812 + 1,651 + 6,906$$

$$\hat{Y} = 54,821 \text{ тыс. руб. за 1 кв.м.}$$

Стоимость квартиры будет равна $54,821 * 45,5 = 2494,3$ тыс. руб.

Аналогичная квартира, находящаяся в районе города стоила бы 2 229,9 тыс. руб. (49 тыс. руб. за 1 кв.м.). Если эта квартира продавалась бы в первой половине года, то ее цена составила бы 42,1 тыс. за 1 кв.м. (1915,7 тыс. руб.). При отсутствии балкона цена бы снизилась и составила 40,45 тыс. руб. за 1 кв.м. (1840 тыс. руб.). Минимальная стоимость квартиры могла составить 1647 тыс. руб., т.е. 36,203 тыс. руб. за 1 кв.м.

Истинная цена сделки будет определяться, безусловно, в результате проведения торгов между покупателем и продавцом недвижимости, тем не менее, полученная информация окажет помощь продавцам и покупателям в определении цены предложения. Следует учитывать, что построенные модели не являются единственным инструментом при проведении оценки стоимости жилья. Сравнение результатов, полученных при использовании различных эконометрических методов, позволяет сделать наиболее точную, максимально приближенную к реальности оценку стоимости недвижимости.

Ключевые понятия недвижимость, стоимость жилья, оценка, эконометрическое моделирование