

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ НА ВТОРИЧНОМ РЫНКЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ СЕЧЕНИЙ

В. Е. Хмелевский¹⁾, А. В. Капусто²⁾

¹⁾ студент, Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, vita.xmelevkij@gmail.com

²⁾ кандидат физико-математических наук, доцент,
Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, kapusto@bsu.by

В статье представлены два подхода к моделированию оценки стоимости жилой недвижимости на вторичном рынке: с помощью метода параллельных сечений и метода последовательных сечений. В качестве статистической базы взяты данные агентства Realt по трем районам города Минска за третий квартал 2024 года. При построении моделей использовались следующие показатели формирования цены: район, тип дома, количество комнат, период ввода в эксплуатацию, этажность дома, этаж.

Ключевые слова: рынок недвижимости; оценка стоимости; показатели формирования цены; метод параллельных сечений; метод последовательных сечений.

MODELING THE VALUE ASSESSMENT OF RESIDENTIAL REAL ESTATE IN THE SECONDARY MARKET USING METHODS OF SEQUENTIAL SECTIONS

V. E. Khmelevsky¹⁾, A. V. Kapusto²⁾

¹⁾ student, Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus, vita.xmelevkij@gmail.com

²⁾ PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus, kapusto@bsu.by

The article presents two approaches to modeling the value assessment of residential real estate in the secondary market: using the parallel sections method and using the sequential sections method. Realt agency data for three districts of Minsk for the third quarter of 2024 was taken as a statistical base. The following price formation factors were used in building the models: area, type of house, number of rooms, commissioning date, number of floors, floor.

Keywords: real estate market; value assessment; price formation factors; method of parallel sections; method of sequential sections.

Грамотно установленная актуальная рыночная стоимость товара определяет его спрос со стороны покупателя и сроки продажи его продавцом, поэтому определение цены должно выполняться «на основе анализа динамики сил спроса и предложения на этот актив на соответствующем рынке» [1, с. 24]. Для рынка жилой недвижимости эта задача имеет первостепенное значение, так как вопрос покупки-продажи жилья в определенные моменты становится значимым для физических лиц (покупатель-продавец), с одной стороны, и представляет собой сферу деятельности риэлтерских агентств, с другой стороны.

К традиционным методам, которые применяются для оценки стоимости недвижимости относят: сравнительный метод, затратный метод и доходный метод [2]. Однако на практике для выработки решения об установлении оценки стоимости недвижимости, которая будет

отражать не только желание продавца в получении наибольшей выгоды, приходится учитывать ряд сопутствующих факторов и ориентироваться на статистическую информацию о совершенных сделках. Поэтому для обоснования стоимости квартиры можно использовать методы декомпозиционного (дискретного) анализа [1; 3]: метод последовательных сечений и метод параллельных сечений.

В моделировании оценки рыночной стоимости объекта жилой недвижимости, согласно методологии дискретного анализа, предполагается построение модели в виде:

$$C_{кв} = C_{\bar{c}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_m \cdot S,$$

где $C_{кв}$ – значение оценки стоимости квартиры (у.е./м²); $C_{\bar{c}}$ – базовое значение удельной стоимости квартиры (базовая ставка, у.е./м²); $K_1, K_2, \dots, K_m$ – коэффициенты, корректирующие значение базовой ставки с учетом конкретных характеристик квартиры (район города, тип дома, количество комнат и др.); m – количество анализируемых характеристик – ценообразующих факторов; S – площадь квартиры [4].

Рассмотрим реализацию данных методов на базе статистической совокупности данных риэлтерского агентства Realt о сделках с квартирами на вторичном рынке за третий квартал 2024 г. в городе Минске.

Решение задачи было получено с применением метода параллельных сечений и метода последовательных сечений. При определении параметров модели использовались известная для каждой сделки цена за 1 м² (у.е.) и следующие факторы оценки недвижимости: район города, количество комнат, тип дома, период ввода в эксплуатацию, этажность дома. этаж.

Первоначальная статистическая совокупность содержала информацию о 5545 сделках. Для исследования были отобраны сделки, удовлетворяющие следующим ограничениям: цена за 1 м² – от 1000 у.е. до 2000 у.е.; квартира расположена в Первомайском, Фрунзенском или Заводском районах; количество комнат – 2 или 3; тип дома – кирпич, панельная конструкция, железобетон монолитный. После фильтрации данных осталось 740 сделок: 350 сделок во Фрунзенском районе, 280 – в Первомайском и 110 в Заводском.

Следующим шагом, после фильтрации, стало разбиение данных на группы по уровням факторов: год постройки, этажность дома и этаж. Были определены следующие группы:

- по году постройки: до 1970; 1970-1989; 1990-2009; 2010-2023;
- по этажности дома: 2-5; 6-14; 15 и более;
- этаж: 1; 2-4; 5-11; 12 и выше; последний.

Метод параллельных сечений

Суть применения метода параллельных сечений сводится к разбиению совокупности на группы исходя из определяющего цену фактора. Всякий раз вся рассматриваемая совокупность разбивается по каждому отдельному фактору с учетом его уровней. В данном случае получилось 20 групп, для каждой из которых была найдена средняя цена за 1 м².

Следующим шагом является определение корректирующих коэффициентов по каждой факторной переменной, которые отражают, во сколько раз средняя удельная стоимость объектов с определенным значением уровня факторной переменной отличается от средней удельной стоимости всех объектов в совокупности. Для определения корректирующих коэффициентов использована формула:

$$K_i = \frac{\bar{x}_i}{\bar{x}},$$

где $\bar{x}_i$ – удельная средняя цена 1 м² (у.е.) по группе i , $\bar{x}$ – средняя удельная стоимость 1 м² (у.е.) объектов по всей совокупности.

Результаты вычислений представлены в табл. 1.

Завершающий шаг – определение средней стоимости 1 м² в зависимости от значений определяющих факторов, которая представлена следующей формулой:

$$Y_{кв} = C_б \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где $C_б$ – базовая ставка стоимости 1 м² (у.е.) общей площади базового объекта (берётся средняя удельная стоимость по всей выборке), $K_1, K_2, \dots, K_6$ – корректирующие коэффициенты по каждой факторной переменной (район города, количество комнат, тип дома, период ввода в эксплуатацию, этажность дома. этаж) с учетом соответствующего уровня фактора, $Y_{кв}$ – расчетное значение удельной стоимости оцениваемого объекта.

Таблица 1

**Расчетные значения корректирующих коэффициентов
по методу параллельных сечений**

Район	Первомайский		Фрунзенский		Заводской	
	1,03		0,99		0,96	
Количество комнат	2			3		
	1,02			0,96		
Тип дома	Кирпич		Панельная конструкция		Монолит	
	1,05		0,97		1,10	
Год построй- ки	до 1970		1970-1989		1990-2009	
	0,99		0,99		0,99	
Этажность	2-5		6-14		15 и выше	
	0,99		1,00		1,09	
Этаж	1	2-4	5-11	12 и выше	последний	
	0,95	1,00	1,01	1,17	1,10	

Метод последовательных сечений

Метод последовательных сечений отличается от метода параллельных тем, что данные разбиваются на группы последовательно. Сначала совокупность разбивается по районам, далее каждая группа в рамках одного района разбивается на подгруппы по количеству комнат, затем полученные подгруппы разбиваются по следующему признаку (в нашем случае это тип дома) и так далее до последнего фактора.

В итоге, по исходному набору из шести определяющих факторов, с учетом деления каждого из них на уровни, можно получить получаем 1080 подгрупп, для каждой из которых следует рассчитать корректирующий коэффициент. Вместе с тем для реальной статистической совокупности количество коэффициентов будет значительно меньшим, так как при последовательном выполнении сечений отдельные направления будут обрываться в связи с отсутствием наблюдаемых объектов.

В данном исследовании первое разбиение по фактору район города было выполнено для всей совокупности наблюдений, далее разбиения выполнялись только по уровню Первомайский району. Для анализа при разбиении по фактору тип дома была выбрана самая много-

численная подгруппа (Первомайский район, 3-х комнатные квартиры, панельная конструкция дома) – 56 наблюдений.

Формула расчета средней стоимости 1 м² в зависимости от значений определяющих факторов выглядит следующим образом:

$$Y_{кв} = C_{\bar{o}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_6 = C_{\bar{o}} \cdot \frac{\bar{x}_2}{\bar{x}_1} \cdot \frac{\bar{x}_3}{\bar{x}_2} \dots \frac{\bar{x}_6}{\bar{x}_5},$$

где $C_{\bar{o}}$ – базовая ставка стоимости 1 м² (у.е.) общей площади базового объекта (берется средняя удельная стоимость по всей выборке), $\bar{x}_i$ – удельная средняя цена 1 м² (у.е.) по группе i .

Определим групповые корректирующие коэффициент модели: $K_a = K(a)$, $K_{ab} = K(a, b)$, $K_{abc} = K(a, b, c)$, ..., $K_{abcdeg} = K(a, b, c, d, e, f)$, где a – район города ($a = 1$ – Первомайский район, $a = 2$ – Фрунзенский район, $a = 3$ – Заводской район), b – количество комнат ($b = 1$ – двух-комнатная квартира, $b = 2$ – трехкомнатная квартира), c – тип дома ($c = 1$ – кирпич, $c = 2$ – панельная конструкция, $c = 3$ – монолит), d – год постройки ($d \in \{1, 2, 3, 4\}$ – порядок индексов соответствует периодам в таблице 1), e – этажность дома ($e = 1$ – от 2 до 5 этажей, $e = 2$ – от 6 до 14 этажей, $e = 3$ – от 15 этажей), f – этаж ($e \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ – порядок индексов соответствует разбиению по этажам в табл. 1).

Представим результаты вычисления указанных коэффициентов по индексам количество комнат (b) и тип дома (c) для группы квартир по Первомайскому району ($a = 1$) в табл. 2. Заметим, что $K_1 = 1,03$.

Таблица 2

Расчетные значения групповых корректирующих коэффициентов модели по методу последовательных сечений

Индекс	$b = 1$	$b = 2$
$c = 1$	$K_{111} = 1,03$	$K_{121} = 1,05$
$c = 2$	$K_{112} = 0,98$	$K_{122} = 0,98$
$c = 3$	$K_{113} = 1,02$	$K_{123} = 1,00$

Для примера также укажем значения корректирующих коэффициентов при изменении индекса d для фиксированных значений индексов $a = 1$, $b = 2$, $c = 2$: $K_{1221} = 0,97$, $K_{1222} = 1,03$, $K_{1223} = 0,98$, $K_{1224} = 0,99$.

Оценка качества модели

Для оценки качества полученной модели используют стандартное отклонение, коэффициент вариации, среднюю ошибку аппроксимации [5, с.171].

Чтобы оценить возможность использования моделей, полученных разными методами, в целях построения оценки стоимости для новых объектов вторичного рынка была рассмотрена реализованная в 4 квартале 2024 года трехкомнатная квартира, расположенная в Первомайском районе, в панельном десятиэтажном доме, на втором этаже, 1970 г постройки [6]. Средняя цена на вторичном рынке в ноябре 2024 года зафиксирована на уровне 1550 у.е/м², цена продажи составила 1412 у.е/м². Оценка стоимости 1 м² по методу параллельных сечений – 1454 у.е/м², что определило отклонение от цены продажи в 3%. Оценка сто-

имости 1 м² по методу последовательных сечений – 1413 у.е/м², что определило отклонение от цены продажи в 0,07%.

Таким образом, рассчитанные, с использованием метода параллельных сечений и метода последовательных сечений, оценки стоимости 1 м² для случайно выбранной квартиры вторичного рынка позволили получить значения, достаточно близкие к реальной цене продажи данного объекта жилой недвижимости. Меньшее отклонение от реальной цены, характерное для метода последовательных сечений, объясняется большей детализацией при определении корректирующих коэффициентов.

Вместе с тем применение указанных методов сталкивается с рядом проблем и ограничений:

- отсутствие возможности в учете качественных показателей объекта (наличие и качество ремонта, развитость инфраструктуры);

- высокая неоднородность статистической совокупности наблюдений, что требует исключения ряда наблюдений, и в итоге модель может оценить только наиболее типичные объекты;

- сохранение ситуации стабильности цен на рынке недвижимости.

Для повышения точности оценки следует использовать более крупные выборки данных, учитывать больше определяющих факторов, что позволит выполнять разбиение совокупности на более детализированные группы. Привлечение специализированных программных продуктов также позволит автоматизировать процесс обработки данных и быстрое внесение корректировок в процессе построения или усовершенствования модели оценки. В частности, в проведенном исследовании анализ данных был выполнен на Python.

В заключение следует отметить, что, несмотря на имеющиеся ограничения в возможностях применения, методы параллельных и последовательных сечений позволяют получить обладающие высокой точностью оценки стоимости недвижимости. Данные методы могут стать надежным инструментом для специалистов, чья деятельность связана с функционированием рынка недвижимости.

Библиографические ссылки

1. Грибовский С. В. , Федотова М. А., Стерник Г. М., Житков Д. Б. Экономико-математические модели оценки недвижимости / Грибовский С. В. [и др.] // Финансы и кредит. 2005. № 3. С. 24–43.
2. Грибовский С. В. Оценка доходности недвижимости. СПб.: Питер, 2001. 336 с.
3. Стерник С. Г. Методология дискретного пространственно-параметрического моделирования рынков недвижимости / Прикладная математика и вопросы управления. 2020. № 4. С. 155 – 185.
4. Прокопьева М. А., Капусто А. В. Метод последовательных сечений в оценке рыночной стоимости жилой недвижимости // Основные тенденции экономического развития Республики Беларусь: материалы VI Науч.-практ. круглого стола, Минск, 10-11 апр. 2024 г. Минск : БГУ, 2024, С. 91 – 97. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/316369> (дата обращения: 25.03.2025).
5. Юкаева Н. А. Математическая статистика. Статистические методы в оценке недвижимости: учебное пособие / Электрон. дан. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2019. 202 с. URL: <http://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/1d9/Юкаева%20Н.А.%МАТЕМАТИЧЕСКАЯ%20СТАТИСТИКА.pdf> (дата обращения: 26.03.2025).
6. Realt.by: сайт. URL: <https://realt.by/sale-flats/object/3490500/> (дата обращения: 25.03.2025).