

УДК 330.322:711(045)

## МЕТОД ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

**БАЮК ОЛЕГ АЛЕКСАНДРОВИЧ***кандидат технических наук, доцент кафедры «Теория вероятностей и математическая статистика», Финансовый университет, Москва, Россия***E-mail:** oleg\_bayuk@mail.ru**ДЕНЕЖКИНА ИРИНА ЕВГЕНЬЕВНА***кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Теория вероятностей и математическая статистика», Финансовый университет, Москва, Россия***E-mail:** yned@mail.ru**ЗАДАДАЕВ СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ***кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Теория вероятностей и математическая статистика», Финансовый университет, Москва, Россия***E-mail:** zadadaev@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

Для принятия решений об инвестициях в градостроительные проекты целесообразно располагать моделью стоимости объектов городской недвижимости, например квартир. В статье предложен алгоритм оценки стоимости объектов городской недвижимости, использующий ранжирование по Парето и метод взаимных уступок. В начале статьи дано краткое изложение метода ранжирования по Парето. Далее определяются параметры, которые следует учитывать в модели стоимости квартиры. Затем излагается алгоритм решения задачи. Программная реализация алгоритма выполнена на алгоритмическом языке ФОРТРАН-90. Разработанное программное обеспечение используется для решения задачи оценки московских квартир. Оценка стоимости городской квартиры приводится на основе информации об аналогичных объектах. Результатом работы программы являются интервальные оценки стоимостей квартир.

**Ключевые слова:** сравнительный подход; многокритериальная оптимизация; ранжирование по Парето; ценообразующие факторы; предпочтения.

## A METHOD FOR ASSESSING INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF URBAN PLANNING PROJECTS

**OLEG A. BAYUK***PhD (Engineering); associate professor of the Probability Theory and Mathematical Statistics Chair, the Financial University, Moscow, Russia***E-mail:** oleg\_bayuk@mail.ru**IRINA YE. DENEZHKINA***PhD (Engineering); associate professor, Head of the Probability Theory and Mathematical Statistics Chair, the Financial University, Moscow, Russia***E-mail:** yned@mail.ru**SERGEI A. ZADADAEV***PhD (Phys & Math); associate professor of the Probability Theory and Mathematical Statistics Chair, the Financial University, Moscow, Russia***E-mail:** zadadaev@mail.ru

## ABSTRACT

To ensure reliability of making decisions concerning investments into urban planning projects, it is useful to have a model of the urban real property value, e.g. apartment value. This article proposes an algorithm for estimating the value of an urban real estate object using Pareto ranking and a method of mutual concessions. The article begins with a brief description of the Pareto ranking method. Then parameters to be taken into account in the apartment value model are defined. After that the task solution algorithm is described.

The algorithm is implemented in the FORTRAN-90 language. The software developed is used for solving the task of estimating the value of Moscow apartments. The urban apartment valuation is made using information on similar objects. The software outputs an interval estimate of the apartment value.

**Keywords:** comparative approach; multi-criteria optimization; Pareto ranking; pricing factors, preference.

## ВВЕДЕНИЕ

При принятии инвестиционных решений в градостроительстве необходимо учитывать размеры стоимости городской жилой недвижимости. При этом следует оценивать вклад различных, часто плохо формализуемых факторов в эту стоимость.

Анализ зависимости стоимости жилья от различных факторов позволит решать следующие задачи.

1. При планировании строительства новых жилых домов полезно иметь информацию о том, по какой цене продаются аналогичные квартиры на вторичном рынке. По этой информации можно будет оценить стоимости квартир в проектируемых домах и, учитывая эту информацию, более удачно выбрать район планируемой застройки, тип дома и другие факторы, которые можно выбирать до начала проектных работ. Максимально учитывая спрос, можно оптимизировать компенсацию затрат на строительство.

2. Известно, что на стоимость жилья влияют такие факторы, как наличие развитой инфраструктуры, обеспеченность транспортом, наличие гаражей и автостоянок, парков и скверов. При планировании улучшений и развития уже застроенных жилых массивов указанные факторы необходимо учитывать и при этом оценивать, какую долю инвестиций в указанное развитие можно вернуть за счет повышения стоимостей квартир в этих районах благодаря проведенным улучшениям.

3. При планировании нового строительства следует также учитывать возможные ухудшения условий проживания в уже застроенной части жилых массивов, соседствующих с планируемым районом новой застройки.

Например, чрезмерно высокая плотность застройки приведет к ухудшению экологии, создаст перегруженность на транспорте и в учреждениях бытового обслуживания, что приведет к снижению привлекательности жилья в таком районе и, как следствие, к снижению его стоимости.

4. Учитывая потребности населения в видах жилья, пользующихся повышенным спросом, можно планировать кредитные программы, которые будут способствовать более интенсивному приобретению такого жилья, что приведет к дополнительной отдаче от инвестиций.

Решение указанных задач предполагает наличие возможности быстро и эффективно оценивать стоимость квартир, учитывая различные, часто несравнимые, быстро изменяющиеся факторы. В данной статье предлагается алгоритм оценки стоимости городских квартир, основанный на ранжировании по Парето.

**Метод ранжирования по Парето** изложен и теоретически обоснован в монографии [1, с. 8–16]. Краткое описание этого метода приведено ниже.

Рассмотрим в качестве множества альтернатив  $\Omega$  произвольную конечную совокупность  $N$  объектов, зависящих от  $n$  параметров  $A(p_1, p_2, \dots, p_n)$ :

$$\Omega = \{A_1, \dots, A_N\} = S^n \subset R^n.$$

Определим для произвольных объектов множества альтернатив  $x(x_1, x_2, \dots, x_n)$  и  $y(y_1, y_2, \dots, y_n)$  отношение порядка  $xRy$ , порожденное скалярным упорядочиванием одномерных составляющих  $S^n$ , следующим способом:

$$[xRy] = \begin{cases} 1, & \text{if } (\forall i = \overline{1, n} \ x_i \geq y_i) \wedge (\exists k \ x_k > y_k), \\ 0, & \text{в других случаях.} \end{cases}$$

Здесь квадратные скобки  $[A]$  означают значение истинности высказывания  $A$ , а знаки « $\geq$ » и « $>$ » использованы для определенности.

Далее будем говорить, что объект  $x$  предпочтительнее (лучше) объекта  $y$ , если  $[xRy] = 1$ . В случае  $[xRy] = 0$  говорить о том, что  $x$  хуже  $y$  нельзя, так как пары могут быть несравнимы.

Для факторизации (разбиения на классы эквивалентностей) множества объектов серии  $\Omega$  поступим следующим образом.

$$i := 1; \Omega_i := \Omega.$$

Из множества  $\Omega_i$  выбираем все элементы, для которых в этом множестве нет предпочтительных (лучших), обозначим множество указанных элементов  $X_i$ ;

$$\Omega_{i+1} := \Omega_i \setminus X_i, i := i + 1.$$

Если  $\Omega_{i+1} \neq \emptyset$ , то переходим к пункту 2.

Повторяя данные итерации конечное число раз, выделим все группы несравнимых между собой элементов, для которых не нашлось более предпочтительного из старших классов.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ

Приведенный метод ранжирования по Парето применяется к задаче сравнительного стоимостного анализа городской недвижимости на примере жилых квартир. Непременным этапом принятия решений при любых операциях с недвижимостью является ее оценка. Уровень неопределенности в таких задачах весьма высок. Кроме того, при оценке недвижимости необходимо учитывать множество параметров, которые, как правило, делают объекты сравнения несравнимыми в традиционном понимании. Поэтому в такой задаче предлагается использовать описанный выше подход.

При оценке квартир, как правило, используется сравнительный подход [2, с. 86]. Сравнительный подход к оценке объектов

недвижимости — это совокупность методов, применяемых для оценки стоимости, которые основаны на сопоставлении оцениваемого объекта с аналогичными объектами, о стоимости которых имеется информация. Если такая информация отсутствует, то ее можно заменить информацией об объявленных ценах продаж.

В данной работе предлагается использовать алгоритм ранжирования по Парето для получения интервальной оценки стоимости объекта недвижимости.

Для каждого объекта имеется набор параметров, от которых зависит цена. Так, многолетняя статистика и ее анализ показывают, что стоимость квартиры существенно зависит от района, в котором она расположена, и класса дома, в котором она находится [3, 4]. Кроме того, удельная стоимость квадратного метра квартиры зависит от числа комнат. Поэтому, следуя рекомендациям специалистов по недвижимости, обработку данных по стоимостям квартир предлагается осуществлять, разбив все множество исходных данных на классы. В каждом классе содержатся данные о стоимостях и показателях качества квартир, расположенных в одном районе (или сходных по уровню цен районах), в домах одного типа и с одинаковым количеством комнат. При данной кластеризации сокращается число показателей качества квартир. Такими показателями являются: жилая площадь, площадь кухни, площадь подсобных помещений; удаленность от центра Москвы, время (в минутах) поездки на метро от центра до ближайшей станции метро, время (в минутах) движения пешком от ближайшей станции метро до дома (если время указано при движении на транспорте, то указанное значение умножается на 5); параметр, характеризующий качество ремонта, выполненного в квартире.

Исходные данные доступны во многих базах, содержащих информацию о рынке недвижимости, например nesdano.ru<sup>1</sup>, WinNER<sup>2</sup>, журнал «Недвижимость и цены»<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> База данных URL: <http://www.nesdano.ru/> (дата обращения: 25.01.2014).

<sup>2</sup> База данных URL: <http://www.baza-winner.ru/> (дата обращения: 25.01.2014).

<sup>3</sup> База данных URL: <http://realty.dmir.ru/adv/> (дата обращения: 25.01.2014).

### АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Схема решения задачи выглядит следующим образом. Данные о каждом оцениваемом объекте помещаются в соответствующий массив. После этого проводится процедура ранжирования по Парето, описанная выше. В результате вся выборка разбивается на классы эквивалентностей. Затем для оцениваемого объекта определяются ближайшие к нему мажорирующий и мажорируемый объекты, значения стоимостей которых принимаются в качестве оценок сверху и снизу для стоимости оцениваемого объекта. Кроме того, при этом будет получен класс объектов, не сравнимых с оцениваемым.

Затем определяются верхняя и нижняя оценки путем сужения множества Парето. Для этого в данной работе применяется метод взаимных уступок [5].

Кратко опишем этот метод. Пусть имеются  $M+1$  многомерных объектов:

$$\bar{X}_j = (x_{j1}, \dots, x_{jn}), j = \overline{1, M+1},$$

при этом стоимости первых  $M$  объектов известны, а стоимость  $M+1$ -го требуется оценить. Если ранжировать все объекты и при этом оцениваемый объект ( $\bar{X}_{M+1}$ ) не окажется первым или последним, то стоимости соседних с ним объектов будут верхней и нижней оценками стоимости  $\bar{X}_{M+1}$ .

Для использования метода взаимных уступок необходимо назначить так называемые важности показателей. Это можно выполнить разными путями, например, вычислив коэффициенты корреляции каждого показателя и стоимости. Либо, по имеющимся данным, оценить значения частных производных от стоимости по каждому показателю. Можно также использовать мнения экспертов. Для упрощения изложения можно считать, что 1-й показатель самый важный, 2-й следующий по важности и т.д.

Затем назначаются величины уступок ( $d_j, j = \overline{1, M+1}$ ), т.е. границы изменения каждого показателя, внутри которого можно пренебрегать изменением его значения. После этого все объекты располагаются в порядке убывания значений 1-го показателя, и выделяется подмножество  $\Omega_1$  объектов, значения

1-го показателя которых отличаются от соответствующего значения  $\bar{X}_{M+1}$  не более чем на величину  $d_1$ . Если подмножество  $\Omega_1$  содержит единственный элемент  $\bar{X}_{M+1}$ , то алгоритм завершается, иначе элементы множества  $\Omega_1$  упорядочиваются по убыванию значений 2-го показателя. После этого выделяется подмножество  $\Omega_2$  объектов, значения 2-го показателя которых отличаются от соответствующего значения  $\bar{X}_{M+1}$  не более чем на величину  $d_2$  и т.д., пока процесс не охватит все показатели либо не окажется, что для некоторого показателя подмножество  $\Omega_j$  содержит единственный элемент  $\bar{X}_{M+1}$ .

Достоинствами данного алгоритма являются быстрое действие и неподверженность вычислительным погрешностям, поскольку он не содержит вычислений, использующих сложные формулы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, сформирован алгоритм для оценки стоимости объектов недвижимости. Алгоритм реализован в виде прикладной программы, которая прошла отладку и тестирование. Имеется возможность учитывать большое количество параметров, которые, вообще говоря, при традиционном подходе к оценке делают объекты несравнимыми. Это приводит к внесению существенной доли субъективизма и неоднозначности в результаты оценки. Объем обрабатываемой информации зависит только от возможностей применяемой вычислительной техники.

Приводится оценка стоимости городской квартиры на основе информации об аналогичных объектах. При этом программа не только дает интервальную оценку стоимости, но и встраивает оцениваемый объект в существующую базу на соответствующее место. Таким образом оценивается не только стоимость, но и «качество» квартиры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баяк О.А., Браилов А.В., Денежкина И.Е., Зададаев С.А. Принятие решений в условиях сравнительной неопределенности в финансово-экономических задачах: монография. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 106 с.

2. *Прорвич В.А.* и др. Оценка урбанизированных земель. — М.: Экономика, 2004. — 774 с.
3. *Баталева А.В., Глущенко К.П.* Анализ структуры цен на вторичном рынке жилья Новосибирска // Регион: экономика и социология, 1999. — № 4. — С. 111–129.
4. *Стерник Г.М., Стерник С.Г.* Анализ рынка недвижимости для профессионалов. — М.: Экономика, 2009. — 601 с.
5. *Гараев Я.Г., Киселев В.Г.* Многокритериальное ранжирование объектов // Исследование операций (модели, системы, решения). — М.: ВЦ РАН, 2000. — С. 9–20.

### REFERENCES

1. *Bayuk O.A., Brailov A.V., Denezhkina I. Ye, Zaddaev S.A.* Decision-making under Comparative Uncertainty in Financial and Economic Problems: a Monograph. — Moscow: INFRA-M, 2014. — 106 pages (*in Russian*).
2. *Prorvich V.A. et al.* Valuation of Urban Land. — Moscow: Ekonomika Publishers, 2004. — 774 pages (*in Russian*).
3. *Bataleva A.V., Gluschenko K.P.* Analysis of the Price Structure in the Secondary Housing Market of Novosibirsk // Region: Economics and Sociology, 1999. — No. 4. — pp. 111–129 (*in Russian*).
4. *Sternik G.M., Sternik S.G.* Real Estate Market Analysis for Professionals. — Moscow: Ekonomika Publishers, 2009. — 601 pages (*in Russian*).
5. *Garayev Ya.G., Kiselev V.G.* Multicriteria Ranking of Objects // Operations Research (Models, Systems, Solutions). — M.: Computer Center of the Russian Academy of Sciences, 2000. — pp. 9–20 (*in Russian*).

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

### Новинки издательства Финуниверситета

*Симонов К.В., Петросяц Д.В., Селезнёв П.С.*

*Современная российская политика: Учебное пособие для подготовки бакалавриатов.  
М.: Финансовый университет, 2013. 260 с.*

ISBN 978-5-7942-1092-7

В пособии раскрываются и подтверждаются фактическим материалом сущность, функции, основополагающие принципы и категории современной российской политики. Авторы рассматривают предмет через конкретные направления российской политики и актуальные политические практики. Студентам предлагается выявлять связи и прослеживать корреляционную зависимость между политическими решениями на высшем уровне и их эффективностью, определяющими дальнейшие социально-экономические и политические взаимодействия в обществе. Учебное пособие соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования третьего поколения. Предназначено для специалистов региональных органов управления, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030200 «Политологи» (бакалавр и магистр) и смежным специальностям (экономическим, социологическим, обществоведческим и т.п.), преподавателей и аспирантов, а также для всех, кто интересуется процессами трансформации современного российского общества.

