

УДК 332.7:[519.86+657.922

В.С. Спирина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЧНЫХ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Описаны результаты исследования эффективности применения матричных механизмов комплексного оценивания для решения задачи оценивания качества объектов коммерческой недвижимости и последующего определения их потребительской привлекательности. Предложенные матричные механизмы комплексного оценивания позволяют формализовать логические правила, описывающие влияние частных факторов, важных для потребителей, на качество и привлекательность объекта коммерческой недвижимости. Данное обстоятельство позволяет учесть мнения потребителей при моделировании и прогнозировании посещаемости объектов коммерческой недвижимости. Подобный учет человеческого фактора позволил повысить точность прогнозирования посещаемости объектов коммерческой недвижимости на примере торгово-развлекательных комплексов.

Ключевые слова: коммерческая недвижимость, потребительская привлекательность коммерческой недвижимости, определение качества коммерческой недвижимости, метод комплексного оценивания (МКО), социологический опрос.

V.S. Spirina

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

CUSTOMER ATTRACTIVENESS ASSESSMENT OF THE COMMERCIAL REAL ESTATE ITEMS USING MATRIX METHODS OF INTEGRATED ASSESSMENT

The article describes research data of applicability of integrated assessment matrix mechanisms for a solution of the problem of quality assessment of real estate items and a further determination of their customer attractiveness. The integrated assessment matrix mechanisms proposed allow the logical rules, which describe an impact of individual factors, being important for the customers, on quality and attractiveness of a real estate item, to be formalized. This fact allows the customer opinions to be considered when modelling and forecasting the foot traffic of real estate items. Such consideration of a human factor made it possible to raise the forecasting accuracy of the foot traffic of real estate items, using the example of shopping and entertainment centers.

Keywords: commercial real estate, customer attractiveness of the commercial real estate, determination of the commercial real estate quality, integrated assessment method, opinion poll.

Введение

Оценка потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости является в некотором смысле одной из основополагающих задач в области экспертизы и управления недвижимостью, поскольку при наличии подобной информации становятся возможными: классификация объектов коммерческой недвижимости; внутриклассовое ранжирование и их сравнение; построение рейтинга объектов коммерческой недвижимости; определение вероятностей их посещения потребителями, проживающими в различных зонах удаленности от объектов коммерческой недвижимости; прогнозирование посещаемости объектов недвижимости; прогнозирование выручки; определение оптимального местоположения для строительства нового объекта и др. Это обстоятельство определяет практическую значимость исследования, а отсутствие универсальных методов оценивания потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости – его актуальность.

Целью данной работы является исследование эффективности применения матричных механизмов комплексного оценивания для оценки качества объектов коммерческой недвижимости и последующего определения их потребительской привлекательности. Необходимость оценки качества объекта коммерческой недвижимости объясняется тем, что в работах [1, 2] получена актуализированная для нашего времени версия (1) модели, используемой для оценки потребительской привлекательности коммерческой недвижимости, на основе аналогии ее с термодинамическим балансовым уравнением, описывающим соотношение давления, температуры и объема. В качестве аналогов при модификации модели Хаффа (2) [3] использовалась триада: время, качество и привлекательность;

$$A_{ij} = \alpha \cdot \frac{Q_j}{T_{ij}^\lambda}, \quad (1)$$

$$A_{ij} = \frac{S_j}{T_{ij}^\lambda}, \quad (2)$$

где i – порядковый номер покупателя; j – порядковый номер объекта коммерческой недвижимости; A_{ij} (от англ. *attractiveness*) – привлекательность j -го объекта недвижимости для i -го потребителя; S_j (от англ.

square) – площадь объекта недвижимости; Q_j (от англ. *quality*) – качество объекта недвижимости; T_{ij} (от англ. *time*) – время, затрачиваемое i -м потребителем на дорогу до j -го объекта недвижимости; λ – параметр, отражающий эффект влияния разных типов объектов на воспринимаемые временные затраты (данный параметр находится эмпирически); α – параметр, отражающий влияние разных типов объектов на его привлекательность.

Формальным отличием, определяющим новизну метода (1), является то, что привлекательность объекта коммерческой недвижимости A прямо пропорциональна параметру Q , а в модели Хаффа (2) в этой роли выступало лишь S (площадь). С содержательной же точки зрения главным отличием модели (1) является ее универсальность, в том числе по отношению к типу коммерческой недвижимости. Введенный параметр Q , описывающий качество объекта коммерческой недвижимости, является функцией многих переменных, набор которых индивидуален для каждого типа коммерческой недвижимости. В таком случае модель Хаффа, традиционно применяемая для оценки потребительской привлекательности, является частным случаем (1).

Оценка качества объекта коммерческой недвижимости

Качество объекта недвижимости Q зависит от множества характеристик x_i , являющихся гетерогенными по отношению друг другу, в связи с чем оценка параметра $Q(x_1, \dots, x_n)$ возможна только с использованием механизмов комплексного оценивания, для чего необходим выбор математического аппарата, на основе которого будет построена модель комплексного оценивания объекта коммерческой недвижимости.

В качестве возможных подходов к решению задачи комплексного оценивания могут выступать квалиметрические модели комплексного оценивания, методы, разработанные в теории важности критериев [4], или известный в теории активных систем [5] матричный механизм комплексного оценивания, основанный на деревьях целей (критериев) и бинарных матриц свертки частных критериев, подробно описанный в работах [6, 7].

Преимущество матричных механизмов комплексного оценивания заключается в возможности формализации логических правил, по которым осуществляется свертка набора частных критериев в комплексную оценку с учетом мнения потребителей, поэтому данный механизм

нередко используется для моделирования предпочтений экономических субъектов.

Основополагающим принципом при построении матричных моделей комплексного оценивания является интерпретация промежуточных результатов свертки. Так, для построения модели комплексного оценивания качества объекта коммерческой недвижимости на примере торгово-развлекательных комплексов (ТРК) были выбраны восемь частных критериев: площадь; эстетический вид; транспортная доступность; акции, скидки; мероприятия; ассортимент; наличие брендов; качество товаров.

Приведем возможную интерпретацию сворачиваемых критериев и структуру дерева (рис. 1), построенного путем объединения частных критериев по общим признакам. Так, критерии «Площадь», «Эстетический вид» и «Транспортная доступность» относятся к факторам, описывающим ТРК как объект недвижимости. Критерии «Ассортимент», «Наличие брендов» и «Качество товаров» образуют группу критериев, описывающих привлекательность товара. Критерии «Акции и скидки» и «Мероприятия» являются факторами, усиливающими привлечение потребителей в ТРК для совершения покупки.



Рис. 1. Структура модели комплексного оценивания (авторские результаты)

Следующим шагом является описание (интерпретация) входных характеристик в шкале комплексного оценивания. В данном случае предлагается использовать шкалу {1; 2; 3; 4}. Это позволит потребителю (носителю предпочтений) выстроить логические высказывания «...если, то...». Базовой интерпретацией является стандартная балль-

ная шкала: 1 – «неудовлетворительное», 2 – «удовлетворительное», 3 – «хорошее» и 4 – «отличное» состояние. Свертки также должны быть описаны в данной шкале.

Последним шагом разработки модели комплексного оценивания является этап формализации логических отношений между сворачиваемыми параметрами и сверткой в виде матриц (рис. 2), которые должны заполняться носителями предпочтений или экспертами. В работе принято следующее правило: строки матрицы свертки соответствуют дискретным оценкам, описывающим состояние левовходящего критерия, столбцы – правовходящего. Начало координат расположено в нижнем правом углу матрицы свертки. На рис. 2 представлены экспертно определенные матрицы свертки, отражающие мнение специалистов о важности частных критериев для потребителей и влиянии их на результирующую оценку.

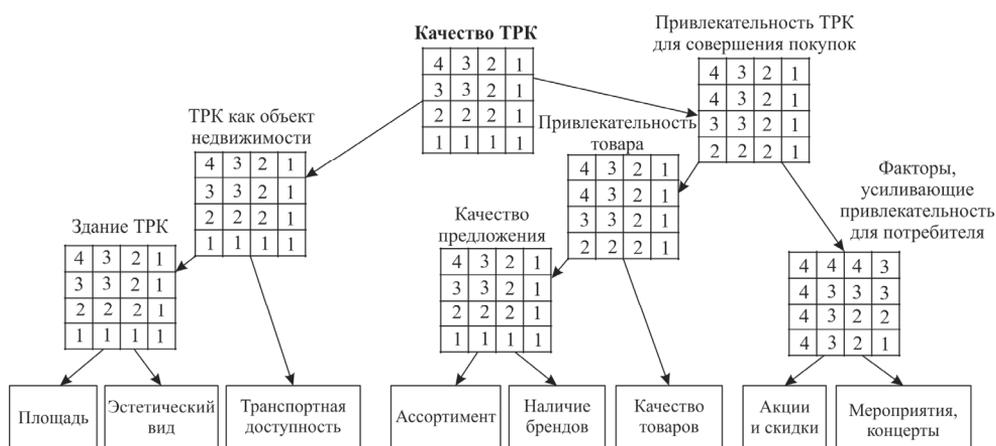


Рис. 2. Матричная модель комплексного оценивания (авторские результаты)

На базе матричных механизмов комплексного оценивания были разработаны и прошли государственную регистрацию программные комплексы [8–10], образующие класс программных продуктов «ДЕКОН» (аббревиатура от «Деревья комплексного оценивания объектов недвижимости»), которые использованы в данной работе для оценки качества объекта недвижимости.

Преимуществом матричного механизма является то, что, используя дискретную шкалу {1; 2; 3; 4}, можно построить логическую модель, а используя процедуру нечеткого комплексного оценивания (см.

например, [6, 7]), можно работать с непрерывными шкалами [1, 4], т.е. оценивать любые параметры, приводя их к данной шкале. Стоит отметить, что для вычисления оценок качества объектов коммерческой недвижимости использовался вероятностный подход к теоретико-множественным операциям над нечеткими числами, а не максиминный, используемый в указанных программных комплексах. Подобный подход применялся в работе [11], тем самым погрешность процедуры нечеткого комплексного оценивания была снижена с 7 до 3 %. Если при выполнении операции объединения нечетких чисел определять значение функции принадлежности сворачиваемого критерия, используя сумму значений функций принадлежности, как для независимых событий, не вычитая результат пересечения, то погрешность процедуры нечеткого комплексного оценивания исчезает вовсе. Именно такой подход применялся при вычислении качества объектов коммерческой недвижимости, что и рекомендуем другим исследователям.

В рамках данного исследования был проведен социологический опрос жителей г. Перми¹, в ходе которого респондентам предлагалось оценить по 10-балльной шкале два крупных торгово-развлекательных комплекса г. Перми – «Семья» и «Колизей» – по восьми предложенным критериям. После проведения опроса набор полученных оценок подвергнулся статистическому анализу, и респонденты, чьи оценки не попадали в третий доверительный интервал, исключались. Оставшиеся оценки респондентов были усреднены и представлены в табл. 1².

Для достижения цели данного исследования значения, описывающие состояние критериев для исследуемых торгово-развлекательных комплексов, приведены к шкале [1; 4], с использованием (3) для монотонно-возрастающих и (4) для монотонно-убывающих функций приведения.

Для упрощения вычислительных экспериментов функции приведения полагались линейными:

¹ Форма опроса потребителей г. Перми [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.google.com/forms/d/1OwlORWTm25uTYWsw7XKIyL35UWBKIfkT1ODZdj3g8Y/viewform#start=openform> (дата создания: 04.03.2013).

² Результаты опроса, представленные в табличной форме [Электронный ресурс]. URL: https://docs.google.com/file/d/0B_dG9pJJVt4JX0JFTnFLTDBld2s/edit; <https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AvdG9pJJVt4JdDNvazlTdTfMYy1qYTJVRlh3SEpOdFE#gid=0> (дата создания: 18.09.2013).

$$Xn = 3 \cdot (x_n - x_{n\min}) / (x_{n\max} - x_{n\min}) + 1, \quad (3)$$

$$Xn = 3 \cdot (x_{n\max} - x_n) / (x_{n\max} - x_{n\min}) + 1, \quad (4)$$

Таблица 1

Результаты опроса (авторские результаты)

№ п/п	Параметр	x_n («Семья»)	x_n («Колизей»)	X_n («Семья»)	X_n («Колизей»)
1	Площадь	9,467	7,4	3,841	3,220
2	Ассортимент товаров	8,527	6,48	3,559	2,944
3	Транспортная доступность	8,51	8,867	3,553	3,661
4	Эстетический параметр	8,606	8,424	3,583	3,526
5	Акции, скидки	6,6	5,161	2,980	2,548
6	Качество товаров	7,893	7,591	3,367	3,277
7	Наличие брендов	8,838	7,478	3,652	3,244
8	Мероприятия, концерты	6,811	6,048	3,043	2,815

С помощью данной модели комплексного оценивания были получены значения качества для исследуемых торгово-развлекательных комплексов (табл. 2).

Таблица 2

Полученные значения качества и вероятности посещения ТРК потребителями (авторские результаты)

Параметр	ТРК «Семья»	ТРК «Колизей»
Качество ТРК (Q)	3,012	2,712
Привлекательность ТРК (A)	3,012	2,712

Для определения потребительской привлекательности ТРК (A) были приняты следующие допущения:

1. Будем считать, что никакого возмущения на привлекательность коммерческой недвижимости не происходит, т.е. параметр α можно принять равным единице.

2. Рассмотрим категорию потребителей, проживающих в зоне 1, что было бы эквивалентно случаю, когда рассматриваемые ТРК явля-

ются объектами шаговой доступности. Будем считать, что параметр времени не будет иметь влияния для потребителя при выборе ТРК, т.е. параметр λ равен нулю.

Вычислив привлекательность исследуемого объекта коммерческой недвижимости j , а также привлекательности других объектов $1, \dots, j-1, j+1, \dots, J$, можно определить вероятность того, что покупатель i может быть в него привлечен (5):

$$P_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_{ij}}. \quad (5)$$

Для определения точности модели сравним полученные результаты вычислительного эксперимента с данными реальных посещений торгово-развлекательных центров, определенными из опроса посетителей³.

С использованием выражения (5) были получены вероятности посещения потребителями торгово-развлекательных комплексов «Семья» и «Колизей» с помощью матричной модели комплексного оценивания (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение вероятностей посещения ТРК, найденных с помощью модели комплексного оценивания с реальными данными
(авторские результаты)

Вероятность (P)	ТРК «Семья»	ТРК «Колизей»
Модель комплексного оценивания (МКО)	0,5262	0,4738
Реальные опросные данные	0,5339	0,4661
Оригинальная модель Хаффа	0,6473	0,3527

Как видно из табл. 3, точность матричной модели комплексного оценивания превышает точность прогнозирования оригинальной модели Хаффа, что определяет практическую значимость исследования. Достоверность результатов подтверждается близостью результатов вычислительного эксперимента к реальным опросным данным посе-

³ Форма опроса потребителей г. Перми товаров разной необходимости. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFNsZVBNowVLT0k3QzY0V3M0cVITUUE6MQ> – gid=0 (дата создания: 20.09.2012).

щаемости ТРК. Таким образом, можно сделать вывод, что модель адекватна и подходит для решения поставленной задачи.

Заключение

Рассмотрена задача оценки потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости с использованием модифицированной модели Хаффа, принципиальным отличием которой является введенный параметр Q , описывающий качество объекта коммерческой недвижимости. Целью данной работы было исследование возможности применения матричных механизмов комплексного оценивания для решения задачи оценивания качества объектов коммерческой недвижимости и последующего определения их потребительской привлекательности. Результаты показывают, что матричные механизмы комплексного оценивания, функциональные возможности которых расширены благодаря процедуре нечеткого комплексного оценивания, вполне подходят для решения указанной задачи. Данное исследование необходимо продолжать в области определения параметра α для модифицированной модели Хаффа, который предположительно указывает тип объекта недвижимости. Также необходимо определить степенной параметр λ для полученной актуализированной модели.

Работа подготовлена при финансовой поддержке ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Список литературы

1. Определение потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости / А.О. Алексеев, В.С. Спирина, М.И. Кавиев, Н.А. Эрнст // Изв. вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2013. – № 1(4). – С. 8–19.
2. Спирина В.С., Кавиев М.И., Эрнст Н.А. Оценка привлекательности объектов коммерческой недвижимости // Master's Journal. – 2013. – № 1. – С. 217–228.
3. Huff D.L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas // LandEconomics. – 1963. – Vol. 39, no. 1. – P. 81–90.
4. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. – М.: Физматлит, 2007. – 64 с.

5. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999. – 128 с.

6. Харитонов В.А. [и др.] Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: монография под ред. В.А. Харитонова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 363 с.

7. Харитонов В.А., Винокур И.Р., Белых А.А. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания с топологической интерпретацией матриц свертки // Управление большими системами: сборник трудов. – 2007. – № 18. – С. 129–140.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014660537. Автоматизированная система оперативного исследования моделей комплексного оценивания объектов с возможностью выбора нечеткой процедуры свертки в соответствии со степенью неопределенности экспертной информации о параметрах их состояния: заявка № 2014618056 от 12.08.2014 г. РФ / А.О. Алексеев, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин М.И. Мелехин (РФ). Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09 октября 2014 г. (РФ).

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008612724. Автоматизированная система исследования моделей комплексного оценивания объектов: заявка № 2008610629 от 18.02.2008 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин (РФ). Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30.05.2008 г. (РФ).

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2007614834. Автоматизированная система комплексного оценивания объектов: заявка № 2007612986 от 18.07.2007 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин (РФ). Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 22.11.2007 г. (РФ).

11. Алексеев А.О., Галиаскаров Э.Р. Развитие механизмов нечеткого комплексного оценивания // Управление большими системами: тр. VIII Всерос. школы-конф. молодых ученых, г. Магнитогорск, 25–27 мая 2011 г. / Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. – М., 2011. – С. 78–83.

References

1. Alekseev A.O., Spirina V.S., Kaviev M.I., Ernst N.A. *Opređenje potrebitel'skoi privlekatel'nosti ob'ektov kommercheskoi nedvizhimosti* [Determination of customer attractiveness of commercial real estate]. *Izv. vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*, 2013, no. 1(4), pp. 8-19.

2. Spirina V.S., Kaviev M.I., Ernst N.A. Otsenka privlekatel'nosti ob'ektov kommercheskoi nedvizhimosti [Assessment of customer attractiveness of commercial real estate]. *Master's Journal*, 2013, no. 1, pp. 217-228.

3. Huff D.L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. *LandEconomics*, 1963, vol. 39, no. 1, pp. 81-90.

4. Podinovskij V.V. Vvedenie v teoriyu vazhnosti kriteriev v mnogo-kriterial'nykh zadachakh priniatiia reshenii [Introduction to the theory of criteria importance in the multicriteria challenges of decision-making]. Moscow: Fizmatlit, 2007. 64 p.

5. Burkov V.N., Novikov D.A. Teoriya aktivnykh sistem: sostoianie i perspektivy [Theory of active systems: state and prospects]. Moscow: Sinteg, 1999. 128 p.

6. Kharitonov V.A. [et al.] Intellektual'nye tekhnologii obosnovaniia innovatsionnykh reshenii [Intelligent technologies of justification of innovative decisions]. Ed. V.A. Kharitonov. Perm: Permskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2010, 342 p.

7. Kharitonov V.A., Vinokur I.R., Belykh A.A. Funktsional'nye vozmozhnosti mekhanizmov kompleksnogo otsenivaniia s topologicheskoi interpretatsiei matrits svertki [Functional abilities of integrated assessment mechanisms with a topological interpretation of matrix convolutions]. *Upravlenie bol'shimi sistemami*, 2007, vol. 18, available at: www.ubs.mtas.ru.

8. Alekseev A.O., Kharitonov V.A., Shaidulin R.F., Melekhin M.I. Avtomatizirovannaia sistema operativnogo issledovaniia modelei kompleksnogo otsenivaniia ob'ektov s vozmozhnost'iu vybora nechetkoi protsedury svertki v sootvetstvii so stepen'iu neopredelennosti ekspertnoi informatsii o parametrah ikh sostoianiia [Automation system of operational research of integrated assessment models with ability of selection the fuzzy procedure of convolution according to level of expert information unnecessary about their states]. *Certificate of program for computer RF No. 2014660537*, 2014.

9. Belykh A.A., Kharitonov V.A., Shaidulin R.F. Avtomatizirovannaia sistema issledovaniia modelei kompleksnogo otsenivaniia ob'ektov [Automation system of research of integrated assessment models]. *Certificate of program for computer RF No. 2008612724*. 2008

10. Belykh A.A., Kharitonov V.A., Shaidulin R.F. Avtomatizirovannaia sistema kompleksnogo otsenivaniia ob'ektov [Automation system of

integrated assessment objects]. *Certificate of program for computer RF* No. 2007614834, 2007.

11. Alekseev A.O., Galiaskarov Je.R. Razvitie mekhanizmov nechetkogo kompleksnogo otsenivaniia [Development of fuzzy integrated assessment mechanisms]. *Trudy VIII Vserossiiskoi shkoly-konferentsii molodykh uchenykh "Upravlenie bol'shimi sistemami"*. Moscow: Institut problem upravleniia imeni V.A. Trapeznikova, 2011, pp. 78-83

Получено 21.11.2014

Об авторе

Спирина Варвара Сергеевна (Пермь, Россия) – аспирант кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: spirina.varvara@gmail.com).

About the author

Varvara S. Spirina (Perm, Russian Federation) – Postgraduate student, Department of Construction Engineering and Materials Science, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29, Komsomolsky av., Perm, Russian Federation, e-mail: spirina.varvara@gmail.com).