

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

Спирина В.С.¹

(Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь)

В статье описаны результаты исследования эффективности применения матричных механизмов комплексного оценивания для решения задачи оценивания качества объектов коммерческой недвижимости, и последующего определения их потребительской привлекательности. 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 объекта, качество коммерческой недвижимости, метод комплексного оценивания (МКО), социологический опрос.

¹ Варвара Сергеевна Спирина, ассистент кафедры Строительный инжиниринг и материаловедение (614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, spirina.vs@yandex.ru).

Введение

Оценка потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости является, в некотором смысле, одной из основополагающих задач в области экспертизы и управления недвижимостью, поскольку, имея подобную информацию, становится возможной классификация объектов коммерческой недвижимости, ранжирование по привлекательности и их сравнение, построение рейтинга объектов коммерческой недвижимости, определение вероятностей их посещения потребителями, проживающих 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 определяет 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.

Постановка задачи

Необходимость оценки качества объекта коммерческой недвижимости, объясняется тем, что авторами в работах [1, 11] 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) [16] использовалась триада: время, качество и привлекательность.

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

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

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.

Стоит отметить, что модель оценивания привлекательности торговой недвижимости, получившая название автора, относится к классу так называемых гравитационных моделей, которые были впервые предложены американским экономистом Уильямом Рейли (William Reilly) в 1929 году. Модель Рейли является прямым аналогом закона гравитации, в связи с чем, авторы считают, что их проведение аналогии с термодинамическим законом также вполне корректно.

Работы Д. Л. Хаффа стали естественным продолжением работ Рейли, и модель Хаффа основана на той же идее, что привлекательность объекта коммерческой недвижимости (торговой, именно такой формат недвижимости рассматривал Д. Л. Хафф). С одной стороны, обратно пропорциональна расстоянию между потребителем и объектом недвижимости или времени, затрачиваемому на корреспонденцию от места жительства до объекта недвижимости (в модели Хаффа используется именно время корреспонденции, но очевидно, что одно может быть выражено через другое). С другой стороны, прямо пропорциональна фактору, оказывающему положительное влияние на потребительскую привлекательность. Д. Л. Хафф в 1963 году выбрал пло-

щадь в качестве меры положительно влияющего фактора. В 60-е гг. XX века начал развиваться такой формат недвижимости как загородные супермаркеты, поэтому ключевыми факторами, определяющими успешность объекта торговой недвижимости, являлись размер объекта и его удаленность. Модель Хаффа, учитывающая именно эти факторы, эффективно описывала данный формат недвижимости, и в силу ее простоты получила широкую популярность. В настоящее же время размер объекта не исчерпывает положительного влияния на потребительскую привлекательность, следовательно, перечень положительно влияющих факторов необходимо расширять, например, путем введения функции многих переменных, описывающей «Качество объекта недвижимости» (1).

Главным отличием предлагаемой модели (1) является ее универсальность по отношению к типу коммерческой недвижимости. Введенный авторами 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 торговой недвижимости, является частным случаем (1).

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

Выбор математического аппарата

В качестве возможных подходов к решению задачи комплексного оценивания могут выступать квалиметрические модели комплексного оценивания, методы, разработанные в теории важности критериев [5], или известный в теории актив-

ных систем [3] матричный механизм комплексного оценивания, основанный на деревьях целей (критериев) и бинарных матриц свертки частных критериев. Для успешного ранжирования объектов, используя дискретные модели комплексного оценивания, необходимо увеличения делений шкал их оценивания, что приводит к усложнению процедуры конструирования логических матриц свертки, представляющих собой набор составных правил вывода «если..., то...». Сложность конструирования матриц свертки связана с квадратичной зависимостью размерности матрицы от шкалы оценивания аргументов свертки – характеристик объекта оценивания. Часто для комплексного оценивания, используя матричные свертки, выбирают шкалу оценивания $X = \{1, 2, 3, 4\}$, что делает размерность матрицы $M - 4 \times 4$. Далее при описании модели комплексного оценивания качества объекта коммерческой недвижимости будет использоваться именно эта шкала. Стоит отметить, что для вычисления оценок качества объектов коммерческой недвижимости, применялся аддитивно-мультипликативный подход к теоретико-множественным операциям над нечеткими числами. 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 свертка становится гладкой функцией. Именно такой подход применялся при вычислении качества объектов коммерческой недвижимости. Исследование нечеткой процедуры комплексного оценивания, позволяющей работать с непрерывными шкалами, подробно описано в работах [14, 15]. В этих работах использовался максиминный подход к теоретико-множественным операциям объединения и пересечения нечетких множеств. Однако, это приводило к отсутствию монотонности функции свертки.

Требования к непрерывности шкал, используемых в механизмах комплексного оценивания, упоминалась в работе [4]. Там же отмечалось требование к функции свертки – ее кусочно-гладкость. Этим свойствам удалось добиться, используя аддитивно-мультипликативный подход к теоретико-множественным

операциям объединения и пересечения нечетких множеств. Подобный подход применялся в работе [2], снизив погрешность процедуры нечеткого комплексного оценивания. 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.

Преимущество матричных механизмов комплексного оценивания заключается в возможности формализации логических правил, по которым осуществляется свертка набора частных критериев в комплексную оценку, используя мнение потребителей, поэтому данный механизм не редко используется для моделирования предпочтений экономических субъектов.

Основополагающим принципом при построении матричных моделей комплексного оценивания является интерпретация промежуточных результатов свертки.

Модель комплексного оценивания качества коммерческой недвижимости на примере ТРК

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.

Свертка критериев «Площадь» и «Эстетический вид» образуют обобщенную характеристику, описывающую критерии управления инфраструктурой ТРК (рис. 1). Последующая свертка с критерием «Транспортная доступность», самостоятельно описывающим окружающую среду вокруг ТРК (рис. 1), образует итоговую оценку, описывающую удобство пользования ТРК для потребителя. А свертка критериев «Ассортимент», «Нали-

чие брендов» и «Качество товаров» образуют обобщенную характеристику качества предложения в целом. Свертка с критериями «Акции» и «Мероприятия» образует характеристику непосредственно управления ТРК (рис. 1). Итоговая свертка параметров отражает «Качество ТРК» с потребительской точки зрения (рис. 1).

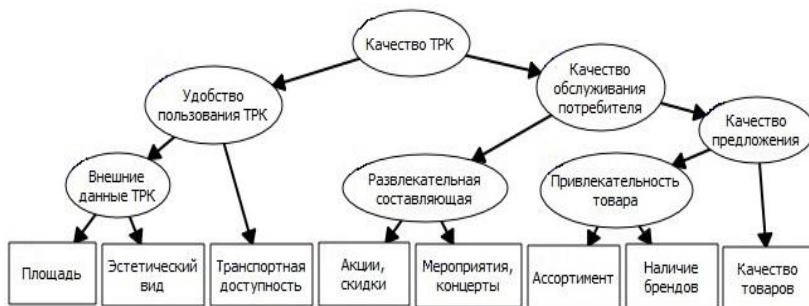


Рис. 1. Структура модели комплексного оценивания

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 балльная шкала 1 – «неудовлетворительное», 2 – «удовлетворительное», 3 – «хорошее» и 4 – «отличное» состояние. Свертки так же 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 лево-входящего критерия, столбцы – право-входящего. Начало координат расположено в нижнем правом углу матрицы свертки. На рисунке 2 представлены

экспертно определенные матрицы свертки, отражающие мнение специалистов о важности частных критериев для потребителей и влиянии их на результирующую оценку.

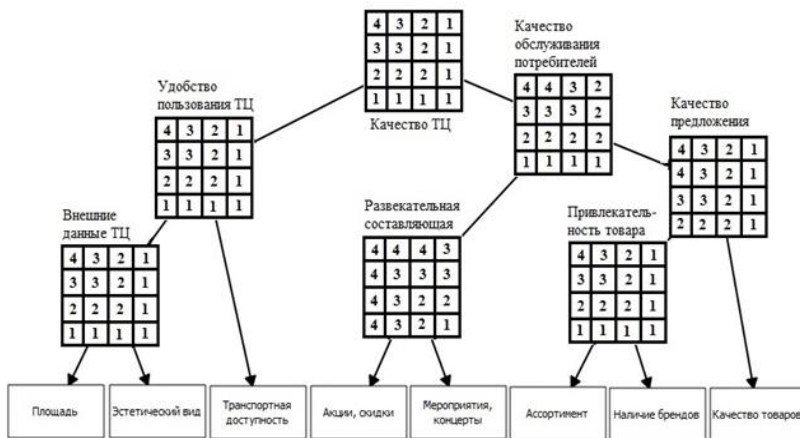


Рис. 2. Матричная модель комплексного оценивания

На базе матричных механизмов комплексного оценивания были разработаны и прошли государственную регистрацию программные комплексы [7-9], образующие класс программных продуктов «ДЕКОН» (аббревиатура от «Дерево комплексного оценивания объектов недвижимости»), которые использованы в данной работе для оценки качества объекта недвижимости.

В рамках данного исследования был проведен социологический опрос среди жителей г. Перми (форма опроса доступна на [13]), в ходе которого респондентам предлагалось оценить по 10-бальной шкале два крупных торгово-развлекательных комплекса г. Перми – «Семья» и «Колизей» по восьми предложенным критериям. После проведения опроса набор полученных оценок подвергался статистическому анализу и респонденты, чьи оценки не попадали в третий доверительный интервал, исключались. Оставшиеся оценки респондентов были усреднены и представлены в таблице 1 (результаты опроса доступны на [6]).

Для достижения цели данного исследования значения, описывающие состояние критериев для исследуемых торгово-развлекательных комплексов приведены к шкале $\{1; 4\}$, используя (3) для монотонно-возрастающих и (4) для монотонно-убывающих функций приведения.

Для упрощения вычислительных экспериментов функции приведения полагались линейными:

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

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

Таблица 1. Результаты опроса

N п/п	Параметр	x_n (Семья)	x_n (Колизей)	X_n (Семья)	X_n (Колизей)
1	Площадь	9,467	7,400	3,841	3,220
2	Ассортимент товаров	8,527	6,480	3,559	2,944
3	Транспортная доступность	8,510	8,867	3,553	3,661
4	Эстетический параметр	8,606	8,424	3,583	3,526
5	Акции, скидки	6,600	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 (см. рис. 3, 4).



Рис. 3. Модель комплексного оценивания качества ТРК «Семья»

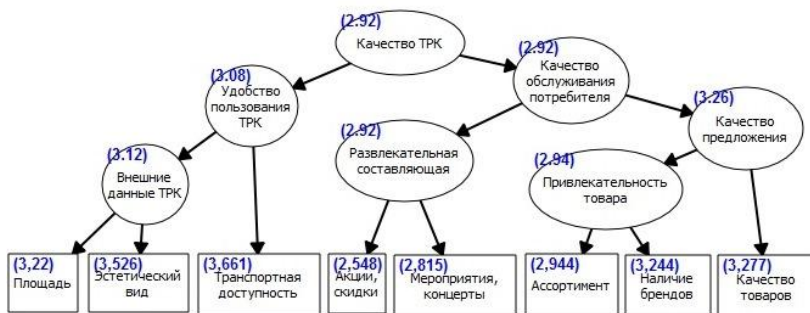


Рис. 4. Модель комплексного оценивания качества ТРК «Колизей»

Оценка потребительской привлекательности объекта коммерческой недвижимости

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

1. В данном случае сравниваются объекты недвижимости одинакового формата – торгово-развлекательные комплексы, в связи с чем, примем допущение об одинаковом значении параметра α . Поэтому будем считать, что никакого возмущения на привлекательность коммерческой недвижимости не происходит, то есть данный параметр примем равным единице.

2. Рассмотрим категорию потребителей, проживающих в первой зоне пешеходно-транспортной доступности (до 4 км от

объекта недвижимости), что эквивалентно случаю, когда рассматриваемые ТРК являются объектами шаговой доступности. В работе [10] эмпирически определены распределения значений «лямбда» по пешеходно-транспортным зонам. Так, для рассматриваемой зоны этот параметр равен нулю. В таком случае параметр времени не влияет на потребителя при выборе ТРК и привлекательность объекта коммерческой недвижимости прямо пропорциональна качеству объекта.

Определив качество объектов коммерческой недвижимости (рис. 3, 4), используя выражение (1) с учетом принятых допущений, можно определить привлекательность исследуемых торгово-развлекательных комплексов. Так, привлекательность ТРК «Семья» равна оценке 3,012 принадлежащей шкале комплексного оценивания {1,4}. Привлекательность ТРК «Колизей» – 2,92.

Зная привлекательности исследуемых объектов коммерческой недвижимости, можно определить вероятность того, что i -ый потребитель может быть привлечен в j -ый объект (5):

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

Что касается i -го потребителя, то, как в оригинальной модели Хаффа, так и ее аналоге, предложенного авторами, подразумевается, что речь идет о потребителе, расположенном в точке i .

Для определения точности модели сравним полученные результаты вычислительного эксперимента с данными реальных посещений торгово-развлекательных центров, определенными из опроса посетителей (форма опроса и результаты доступны на [12]).

Используя выражение (5) были получены вероятности посещения потребителями торгово-развлекательных комплексов «Семья» и «Колизей» (таблица 2).

Таблица 2. Сравнение вероятностей посещения ТРК, найденных с помощью модели комплексного оценивания с реальными данными

Вероятность (Р)	ТРК «Семья»	ТРК «Коли- зей»
Модель комплексного оценивания (МКО)	0,5078	0,4922
Реальные опросные данные	0,5339	0,4661
Оригинальная модель Хаффа	0,6473	0,3527

Основанием для проведения сравнения модифицированной и оригинальной модели Хаффа является тот факт, что основным применением оценок привлекательности, полученных с помощью двух и многофакторной моделей, является определение именно вероятностей посещаемости. Именно это отражается в работах Дэвида Л. Хаффа, в том числе его первой работе [16], положившей начало этому направлению.

Как видно из таблицы 2 точность матричной модели комплексного оценивания превышает точность прогнозирования оригинальной модели Хаффа, что определяет практическую значимость исследования. Достоверность результатов подтверждается близостью результатов вычислительного эксперимента с реальными опросными данными посещаемости ТРК.

Таким образом, можно судить о том, что описанные математические методы и инструментальные средства могут служить эффективным средством оценивания потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости. Несмотря на эффективность модели, полученной с использованием матричных механизмов комплексного оценивания, 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.

Описанные математические методы и инструментальные средства оценивания потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости могут служить инструментальным базисом системы поддержки принятия решений в задачах управления недвижимостью.

Заключение

В данной статье была 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 эффективности применения матричных механизмов комплексного оценивания для решения задачи оценивания качества объектов коммерческой недвижимости. Результаты показывают, что матричные механизмы комплексного оценивания, функциональные возможности которых расширены благодаря процедуре нечеткого комплексного оценивания, вполне подходят для решения указанной задачи.

Литература

1. АЛЕКСЕЕВ А.О., СПИРИНА В.С., КАВИЕВ М.И., ЭРНСТ Н.А. *Определение потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости* // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. - 2013. - №1(4). - С. 8-19.
2. АЛЕКСЕЕВ, А.О., ГАЛИАСКАРОВ Э.Р. *Развитие механизмов нечеткого комплексного оценивания* // Управление большими системами: труды VIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых, г. Магнитогорск 25-27 мая 2011 г. // Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова [и др.]. - М.: ИПУ РАН, 2011. С. 78-83.
3. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А. *Теория активных систем: состояние и перспективы*. М.: Синтез, 1999. – 128 с.
4. ГУСЕВ В.Б. *Отладка непрерывных многопараметрических шкал* // Проблемы управления. 2008. №1. С. 36-42.

5. ПОДИНОВСКИЙ В.В. *Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений*. – М.: Физматлит, 2007. – 64 с.
6. *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=0AvdG9pJJVt4JdDNvazlTdTFMYy1qYTJJVRlh3SEpOdFE#gid=0> (дата создания: 18.09.2013).
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009610220. Автоматизированная система оперативного исследования моделей объектов комплексного оценивания [Текст]: заявка №2008615128 от 05.11.2008 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин (РФ) – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.01.2009 г. (РФ).
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2008612724. Автоматизированная система исследования моделей комплексного оценивания объектов [Текст]: 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).
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2007614834. Автоматизированная система комплексного оценивания объектов [Текст]: 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).
10. СПИРИНА В.С. *Эмпирическое определение коэффициента λ , описывающего степень влияния времени корреспонденции потребителей до торгового центра в формуле Д. Хаффа* // Master's Journal. 2013. №1. С.243–251.
11. СПИРИНА В.С., КАВИЕВ М.И., ЭРНСТ Н.А. *Оценка привлекательности объектов коммерческой недвижимости* // Master's Journal. – 2013. – №1. – С.217 – 228.

12. *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).
13. *Форма опроса потребителей г. Перми.* [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.google.com/forms/d/1OwlORWTm25uTYWsw7XKIyL35UWBKlIfkT1ODZdj3g8Y/viewform#start=openform> (Дата создания: 04.03.2013).
14. ХАРИТОНОВ В.А. [и др.] *Интеллектуальные технологии обоснования инновационные решений:* монография под ред. В.А. Харитонova. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 363 с.
15. ХАРИТОНОВ В.А., ВИНУКОВ 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.
16. HUFF, D.L. *A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas.* LandEconomics. Vol. 39, №1. 1963. 81–90 pp. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.scribd.com/doc/48495809/A-Probabilistic-Analysis-of-Shopping-Center-Trade-Areas>; <http://www.jstor.org/discover/10.2307/3144521?uid=3738936&uid=2&uid=4&sid=21102716073273> (дата обращения: 08.12.2012).

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

Varvara Spirina, Federal State Budgeted Education Institution for Higher Professional Education Perm National Research Polytechnic University, Perm, Engineer, Faculty of Civil Engineering, Depart-

ment of Construction Engineering and Materials Science (spirina.vs@yandex.ru).

Abstract: 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 (IAM), survey.