

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

УДК 339.13:519:338.27

**В. С. СПИРИНА,**  
*аспирант,*

**А. О. АЛЕКСЕЕВ,**  
*кандидат экономических наук, докторант*

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЕЩАЕМОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЕЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ (на примере торгово-развлекательных комплексов)<sup>1</sup>

**Цель:** разработка и исследование экономико-математической модели прогнозирования посещаемости объектов коммерческой недвижимости на примере торгово-развлекательных комплексов на основе оценки их потребительской привлекательности.

**Методы:** методическую и теоретическую основу данной работы составили правила и методы разработки квалиметрических и матричных механизмов комплексной оценки, необходимых для оценивания и агрегирования факторов, влияющих на выбор определенной группы потребителей из множества альтернативных объектов недвижимости.

**Результаты:** разработаны два механизма комплексного оценивания качества объектов коммерческой недвижимости, оценки которых необходимы для определения их потребительской привлекательности и прогнозирования посещаемости. На примере двух крупных торгово-развлекательных комплексов (ТРК), расположенных в г. Перми (Россия), показано, что применение обоих механизмов в экономико-математической модели посещаемости объектов коммерческой недвижимости повышает точность их прогнозирования (по сравнению с традиционно используемой для этих целей моделью Хаффа). Достоверность результатов подтверждается совпадением результатов вычислительного эксперимента с реальными опросными данными о посещаемости ТРК.

**Научная новизна:** разработана многофакторная модель потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости на примере торгово-развлекательных комплексов и определены параметры механизмов комплексного оценивания восьми характеристик, влияющих на выбор того или иного ТРК потребителями для посещения. Данная модель отличается от известной модели Хаффа количеством учитываемых факторов, влияющих на выбор потребителями того или иного объекта коммерческой недвижимости, и более высокой точностью прогнозирования его посещаемости.

**Практическая значимость:** экономико-математические модели, способные прогнозировать посещаемость объектов коммерческой недвижимости, могут применяться для эффективного планирования мероприятий по привлечению дополнительного числа посетителей с целью сохранения и развития конкурентных преимуществ коммерческой недвижимости.

**Ключевые слова:** коммерческая недвижимость; потребительская привлекательность коммерческой недвижимости; определение качества коммерческой недвижимости; квалиметрические модели; механизм комплексного оценивания (МКО); социологический опрос.

#### Введение

**Постановка проблемы.** В условиях активного строительства объектов коммерческой недвижимости у руководства компаний, управляющих как суще-

ствующими объектами коммерческой недвижимости, так и новыми, появляется необходимость прогнозирования их посещаемости в первом случае с целью сохранения имеющейся доли рынка и выявления

<sup>1</sup> Статья подготовлена при финансовой поддержке ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

конкурентных преимуществ для арендаторов перед новыми объектами, во втором случае – для определения потенциальной доли и емкости рынка, а также необходимых условий для привлечения арендаторов и потребителей. Решение задачи прогнозирования потоков посетителей объектов коммерческой недвижимости может быть основано на оценке их потребительской привлекательности. В качестве метода оценки привлекательности торговой недвижимости широкое распространение получила модель Хаффа, предложенная ученым в 1963 г., что определило предмет данного исследования и цель.

**Необходимость проведения исследования.** Дэвидом Л. Хаффом в своих работах [1, 2] была описана модель определения привлекательности торгового объекта, в которой представлены соотношения, благодаря которым можно вычислить: вероятность привлечения покупателей в торговый объект; общие расходы потребителей на определенную продуктовую категорию в торговой точке; долю рынка изучаемого торгового объекта в исследуемой продуктовой категории.

Данная модель получила распространение при решении задачи выбора местоположения строительства торговой недвижимости. Предложенная Хаффом модель определения местоположения торгового объекта, оптимального с точки зрения получения прибыли, с успехом применяется и по сей день. Подвергавшаяся критике и не лишенная недостатков модель Хаффа привлекает исследователей своей простотой и универсальностью. В статье [3] Хафф рассматривает возможность пересмотра модели, ранее предложенной им для определения привлекательности торгового объекта, в связи с ее некорректным представлением.

**Методы исследования.** Механизмы комплексного оценивания: квалиметрические модели, где результатом комплексного оценивания становится средневзвешенная оценка; матричный механизм комплексного оценивания, основанный на деревьях целей (критериев) и бинарных матриц свертки частных критериев, функциональные возможности которых расширены благодаря методу нечеткого комплексного оценивания.

### Результаты исследования

Для решения задачи прогнозирования посещаемости объектов коммерческой недвижимости необходимо построить математическую модель, определяющую вероятность выбора отдельной группой потребителей исследуемого объекта. В рамках теории

полезности и теории принятия решений вероятность выбора лицом, принимающим решение действия  $a \in A$  из набора альтернатив  $A$  (от англ. *alternative* – альтернатива) может быть определено как отношение полезности  $U$  (от англ. *utility* – полезность) данного действия к сумме полезностей всех альтернатив:

$$P(a) = \frac{U(a)}{\sum_{x \in A} U(x)}. \quad (1)$$

Применительно к исследованию коммерческой недвижимости в качестве меры полезности в 1963 г. Дэвидом Хаффом [4] было предложено использовать привлекательность коммерческой недвижимости  $A_{ij}$  (от англ. *attractiveness* – привлекательность), которая для покупателя  $i$  прямо пропорциональна размеру объекта  $S_j$  (от англ. *square* – площадь, квадрат) и обратно пропорциональна времени, затрачиваемому покупателем на посещение объекта  $T_{ij}$  (от англ. *time* – время):

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

где  $\lambda$  – параметр, отражающий эффект влияния разных типов объектов на воспринимаемые временные затраты (данный параметр вычисляется эмпирически) [5].

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 (3):

$$P_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_{ij}}. \quad (3)$$

Модель, предложенная Д. Хаффом в 1963 г. и получившая его имя, применяется на практике и по сей день. Отчасти такая популярность объясняется ее простотой. Трудности возникают с определением параметра  $\lambda$ . Например, эмпирическому определению параметра  $\lambda$  посвящена работа [6], в которой в зависимости от зоны проживания потребителей рекомендованы значения  $\lambda$  для прикладных исследований. Так, для автомобилистов получены:  $\lambda_{1\max} = 0$ ;  $\lambda_{2\max} = 0,5$ ;  $\lambda_{3\max} = 1$ ; для пешеходов:  $\lambda_{1\max} = 0$ ;  $\lambda_{2\max} = 0,4$ ;  $\lambda_{3\max} = 1$ . Однако данный подход не учитывает человеческий фактор. Это возможно определить лишь косвенно, через эмпирическое определение  $\lambda$  (опрос потребителей) и время корреспонденции, которое затрачивает потребитель до ТРК.

Безусловно, существуют другие подходы к определению полезности (привлекательности) объектов коммерческой недвижимости, например, модель Рэйли [7]. Кроме того, осуществлялись попытки модификации модели Хаффа.

Авторами данного исследования в работах [8, 9] получена актуализированная для нашего времени версия модели Хаффа, построенная (4) на основе ее аналогии с термодинамическим балансовым уравнением, описывающим соотношение давления, температуры и объема. В качестве аналогов при модификации модели Хаффа использовалась триада: время, качество и привлекательность.

$$A = \alpha \times \frac{Q}{T^\lambda}. \quad (4)$$

Формальным отличием, определяющим новизну предложенной в [8, 9] модели (4), является то, что привлекательность объекта коммерческой недвижимости  $A$  прямо пропорциональна параметру  $Q$  (от англ. *quality* – качество), а в модели Хаффа в этой роли выступала лишь площадь  $S$ . С содержательной же точки зрения главным отличием модели (4) 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 данном случае модель Хаффа (2) является лишь частным случаем (4).

Таким образом, нахождение вероятности посещения объекта коммерческой недвижимости и последующее прогнозирование его посещаемости сводится к определению качества объекта коммерческой недвижимости и его потребительской привлекательности с помощью модели (4). Неизвестные  $\lambda$  и  $\alpha$ , являющиеся параметрами этой модели, могут быть найдены экспериментальным путем. Авторы предполагают, что параметр  $\lambda$  должен принадлежать интервалу  $[0; 1]$ , а параметр  $\alpha$  характеризует тип коммерческой недвижимости. Ниже авторами будет принят ряд допущений при выполнении расчетов.

Представленные выше значения  $\lambda$  были найдены авторами для оригинальной формулы Хаффа (2). Их применение для модифицированной модели (4), в которой на привлекательность торговой недвижимости влияет не площадь, а качество объекта – не корректно.

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 этого необходим выбор математического аппарата, на основе которого будет построена модель комплексного оценивания объекта коммерческой недвижимости.

В практике комплексного оценивания получили широкое распространение квалиметрические модели [10, 11], в которых результатом комплексного оценивания становится средневзвешенная оценка. Применение квалиметрии для проведения экспертизы и оценки объектов недвижимости описано в работе [12]. Более того, данные методы разрабатывались специально для количественного оценивания качества, что и требуется в данном исследовании.

В работе [11] приводится ряд таких оценок с рекомендациями их прикладного использования. В данном исследовании применялась геометрическая модель:

$$Q = \prod_{i=1}^n Q_i^{q_i}, \quad (5)$$

где  $q_i$  – это взвешенные коэффициенты, сумма которых должна быть равна единице,  $Q_i$  – это значение  $i$ -й характеристики в относительной шкале  $[0; 1]$ .

Данную модель рекомендуется использовать при объединении неоднородных показателей, имеющих большой разброс, что удовлетворяет условиям задачи.

Адекватность моделей, описывающих  $Q$ , зависит от правильности выбора областей определения частных характеристик  $[x_{i\min}, x_{i\max}]$  и определения взвешенных коэффициентов  $q_i$ . Для их определения в рамках данного исследования был проведен социологический опрос среди жителей г. Перми<sup>2</sup>. Для этого респондентам предлагалось оценить по 10-балльной шкале по восьми предложенным критериям 2 крупных торговых центра г. Перми – «Семья» и «Колизей», а также дать оценку того, насколько для них важен каждый из параметров торгового центра. 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 табл. 1<sup>3</sup>.

Для применения квалиметрической модели полученные данные были приведены к шкале  $[0; 1]$ . С использованием модели (5) было определено непосредственно качество каждого торгового центра  $Q$ .

<sup>2</sup> Форма опроса доступна на [13].

<sup>3</sup> Результаты опроса доступны на [14].

Таблица 1  
**Результаты опроса\***  
**(Poll results)**

<i>i</i>	Параметр	$Q_i$ («Семья»)	$Q_i$ («Коллизей»)	$q_i$
1	Площадь	9,47	7,40	7,22
2	Ассортимент товаров	8,53	6,48	9,41
3	Транспортная доступность	8,51	8,87	9,22
4	Эстетический параметр	8,61	8,42	7,60
5	Акции, скидки	6,60	5,16	6,59
6	Качество товаров	7,89	7,59	9,50
7	Наличие брендов	8,84	7,48	7,50
8	Мероприятия, концерты	6,81	6,05	4,80

\*Источник: составлено авторами на основе результатов опроса [14].

Для построения модели комплексного оценивания качества объекта коммерческой недвижимости на примере торгово-развлекательных комплексов (ТРК) были выбраны 8 частных критериев: площадь; эстетический вид; транспортная доступность; акции и скидки; мероприятия; ассортимент; наличие брендов; качество товаров. Выбор данных критериев был сделан на основе социологического опроса, где респондентам было предложено назвать факторы, влияющие на их выбор в пользу посещения ТРК.

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

1. Будем считать, что никакого воздействия на привлекательность коммерческой недвижимости не происходит, т. е. можно принять, что параметр  $\alpha$  равен единице.

2. Рассмотрим категорию потребителей, проживающих в первой пешеходно-транспортной зоне [6], что было бы эквивалентно случаю, когда рассматриваемые ТРК являются объектами шаговой доступности. Будем считать, что параметр времени не будет иметь влияния для потребителя при выборе торгового центра, то есть параметр  $\lambda$  равен нулю.

Данные допущения позволяют оценить привлекательность торговых центров  $A$  и вероятность посещения  $P$  потребителями исследуемых ТРК с помощью формул (4) и (3) соответственно (табл. 2).

Таблица 2  
**Полученные значения качества и вероятности посещения ТРК потребителями\***  
**(Obtained values of the quality and probability of shopping mall attendance by the consumers)**

Параметр	«Семья»	«Коллизей»
Качество ТРК ( $Q$ )	0,82	0,72
Привлекательность ТРК ( $A$ )	0,82	0,72
Вероятность того, что потребители посетят ТРК ( $P$ )	0,53	0,47

\*Источник: составлено авторами.

В качестве *альтернативных подходов* к решению задачи комплексного оценивания могут выступать методы, разработанные в теории важности критериев [15], или известный в теории активных систем [16] *механизм комплексного оценивания*, основанный на деревьях целей (критериев) и бинарных матриц свертки частных критериев, подробно описанный в работах [17, 18].

На базе матричных механизмов комплексного оценивания были разработаны и прошли государственную регистрацию программные комплексы [19], образующие класс программных продуктов «ДЕКОН» («Деревья комплексного оценивания объектов недвижимости»), которые использованы в данной работе для оценки качества объекта недвижимости (рис. 1). Преимущество матричных механизмов комплексного оценивания заключается в возможности формализации логических правил, по которым осуществляется свертка набора частных критериев в комплексную оценку, с использованием мнения потребителей.

При построении матричных моделей комплексного оценивания важным аспектом является непротиворечивость интерпретации промежуточных результатов свертки для того, чтобы носитель предпочтений (потребитель) мог сформулировать свое отношение в виде составного правила вывода.

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.

Структуру модели комплексного оценивания целесообразно делать бинарной, поскольку следующим этапом разработки модели комплексного оценивания является конструирование логических матриц свертки. Носителю предпочтений сложно конструировать матрицы свертки более двух критериев. В связи с этим в первой группе критериев («Площадь», «Эстетический вид» и «Транспортная доступность») необходимо выбрать последовательность их свертки. Критерий «Транспортная доступность» относится к внешнему окружению объекта недвижимости, поэтому целесообразно вначале свернуть критерии «Площадь» и «Эстетический вид», описывающие

непосредственно здание ТРК, а затем свернуть критерий «Транспортная доступность». Во второй группе критериев («Ассортимент», «Наличие брендов» и «Качество товаров») критерии «Ассортимент» и «Наличие брендов» формируют у потребителя представление о качестве предложения в ТРК, в связи с чем целесообразно критерий «Качество товаров» сворачивать после свертки указанной пары. Дополнительным аргументом в пользу отдельной свертки с критерием «Качество товаров» является тот факт, что «Наличие брендов» не обязательно гарантирует «Качество товара», и в таком случае свертка критериев «Ассортимент» с «Качеством товара» и последующим добавлением критерия «Наличие брендов» не могло бы выступать как общее правило вывода. Оставшаяся пара критериев, усиливающих привлекательность ТРК, сворачивается в обобщенный критерий с соответствующей интерпретацией.

Результаты свертки второй и третьей группы критериев также могут быть свернуты вместе, поскольку описывают привлекательность ТРК для совершения

покупки. И последующая свертка с результатом первой группы критериев образует интегральную комплексную оценку, которую предлагается интерпретировать как «Качество ТРК».

Следующим шагом является описание входных критериев в шкале комплексного оценивания. Как отмечено выше, 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 критерия. Свертки так же должны быть описаны в данной шкале.

Последним шагом разработки модели комплексного оценивания является этап формализации логических отношений между сворачиваемыми критериями и сверткой в виде матриц (рис. 2), которые должны заполняться носителями предпочтений или экспертами в допущении о разумном поведении потребителей. В работе принято следующее правило – строки ма-

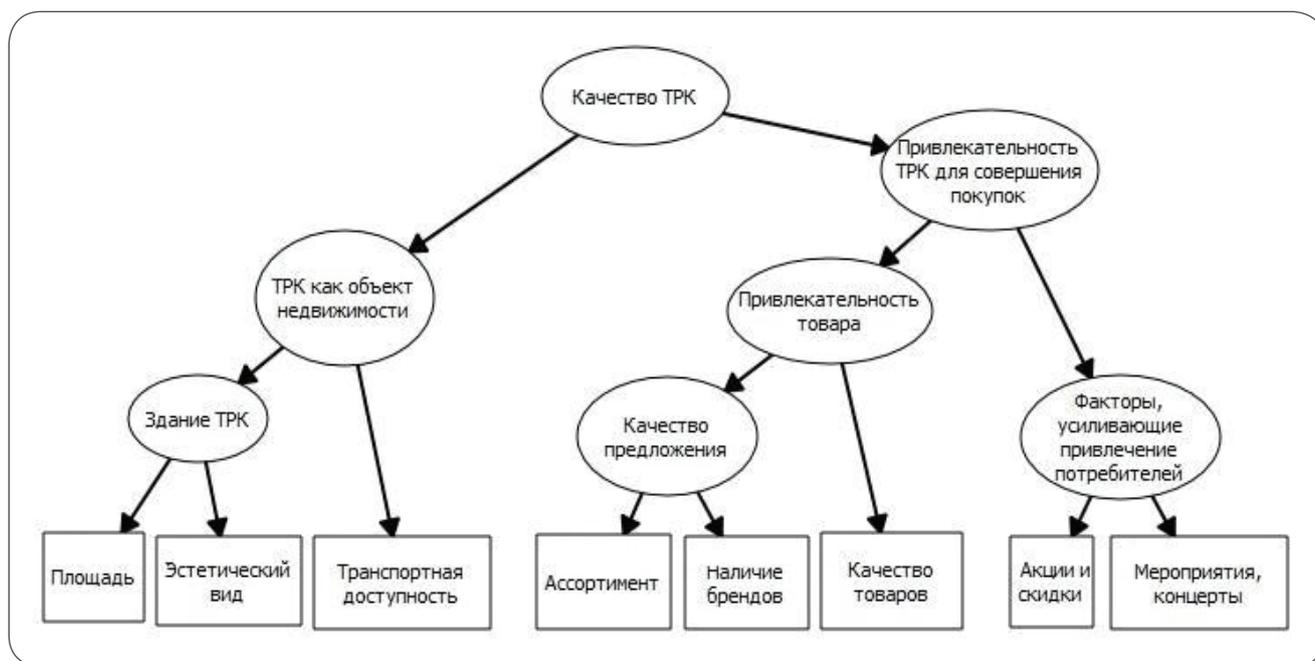


Рис. 1. Структура модели комплексного оценивания качества ТРК\*  
(Fig. 1. Structure of the complex estimation model of the shopping mall quality)

\*Источник: составлено авторами в программном комплексе «Бизнес-Декон»<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> 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 РФ / А.О. Алексеев, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин, М.И. Мелехин (РФ). Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09.10.2014.

трицы свертки соответствуют дискретным оценкам, описывающим состояние лево-входящего критерия, столбцы – право-входящего. Начало координат расположено в нижнем правом углу матрицы свертки. На рис. 2 представлены экспертно определенные матрицы сверток, отражающие мнение специалистов рынка недвижимости о важности частных критериев для потребителей и влиянии их на результирующую оценку.

С помощью данной модели комплексного оценивания были получены значения качества для исследуемых торгово-развлекательных комплексов (табл. 3).

Для расчета привлекательности  $A$  были приняты те же допущения, что и в случае квалиметрической модели. Привлекательность торгово-развлекательных

комплексов и вероятность их посещения потребителями были рассчитаны аналогично по формулам (4) и (3), соответственно.

Таким образом, были получены вероятности посещения потребителями торгово-развлекательных комплексов «Семья» и «Колизей» с помощью двух моделей – квалиметрической (см. табл. 2) и матричной модели комплексного оценивания (см. табл. 3). Для определения точности моделей сравним полученные результаты вычислительного эксперимента с данными реальными посещениями торгово-развлекательных центров, определенными из опроса посетителей<sup>5</sup>.

Полученные вероятности и будут сравниваться с вероятностями, посчитанными с помощью моделей (табл. 4).

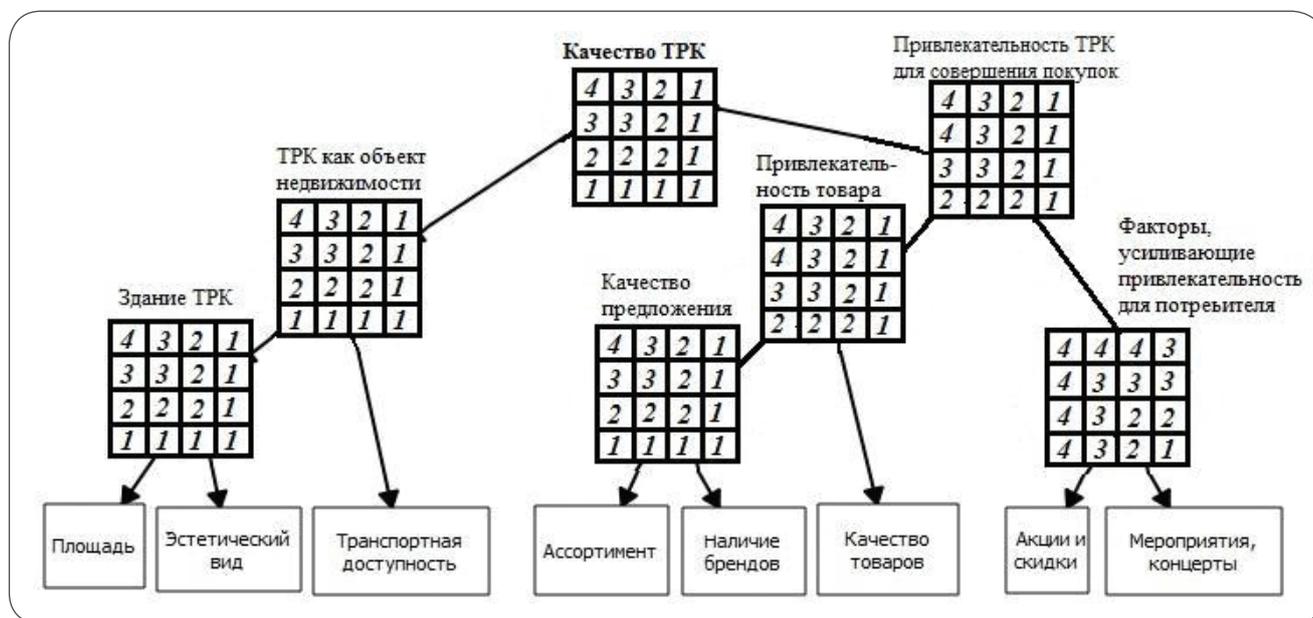


Рис. 2. Матричная модель комплексного оценивания качества ТРК\*  
(Fig. 2. Matrix complex estimation model of the shopping mall quality)

\*Источник: составлено авторами.

Таблица 3

Полученные значения качества и вероятности посещения ТРК потребителями\*  
(Obtained values of the quality and probability of shopping mall attendance by the consumers)

Параметр	ТРК «Семья»	ТРК «Колизей»
Качество ТРК ( $Q$ )	3,10	2,73
Привлекательность ТРК ( $A$ )	3,10	2,73
Вероятность того, что придут в ТРК ( $P$ )	0,53	0,47

\*Источник: составлено авторами.

<sup>5</sup> Форма опроса и результаты доступны на [19].

**Сравнение вероятностей посещения ТРК, полученных с помощью квалиметрической модели и модели комплексного оценивания с реальными данными\***  
(Comparison of probabilities of shopping mall attendance by the consumers, obtained by qualimetry model and complex estimation model, with the actual data)

Вероятность (P)	ТРК «Семья»	ТРК «Колизей»
Квалиметрическая модель	0,53	0,47
Модель комплексного оценивания (МКО)	0,53	0,47
Оригинальная модель Хаффа	0,65	0,35
Реальные опросные данные	0,53	0,47

\*Источник: составлено автором.

Как видно из табл. 4 точность обеих моделей превышает точность прогнозирования оригинальной модели Хаффа, что определяет практическую значимость исследования. Достоверность результатов подтверждается совпадением результатов вычислительного эксперимента с реальными опросными данными посещаемости ТРК.

Таким образом, можно судить о том, что обе модели адекватны и подходят для решения поставленной задачи. Однако необходимо отметить, что для определения параметров  $Q_i$  и  $q_i$  пришлось провести ряд социологических опросов, что является довольно трудоемким процессом. В этом смысле определение параметра качества с помощью метода комплексного оценивания, а именно с использованием программно-го комплекса «Декон», является менее трудоемким.

### Выводы

В данной статье была рассмотрена задача прогнозирования потоков посетителей на основе оценки потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости с использованием модифицированной модели Хаффа, принципиальным отличием которой является введенный параметр  $Q$ , описывающий качество объекта коммерческой недвижимости. Целью данного исследования было сравнение методов оценивания качества объектов коммерческой недвижимости на примере двух крупных торгово-развлекательных комплексов города Перми. Для этого авторами были определены восемь параметров, характерных для данного типа коммерческой недвижимости, построены модели оценивания качества с использованием двух подходов: с использованием квалиметрических моделей и матричных моделей комплексного оценивания. При сравнении результатов вычислительного эксперимента с данными опроса посетителей было показано, что обе модели адекватны.

Перспективными направлениями продолжения работы можно считать определение параметра  $\alpha$  для модифицированной модели Хаффа, который предпо-

ложительно указывает на тип объекта недвижимости. Также необходимо уточнить степенной параметр  $\lambda$  для полученной актуализированной модели.

### Список литературы

- Huff D.L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. LandEconomics. URL: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/3144521?uid=3738936&uid=2&uid=4&id=21102716073273> (дата обращения: 08.12.2012)
- Huff D.L., Black W.C. The Huff model in retrospect. Applied Geographic Studies. URL: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1520-6319\(199722\)1:2%3C83::AID-AGS1%3E3.0.CO;2-P](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1520-6319(199722)1:2%3C83::AID-AGS1%3E3.0.CO;2-P) (дата обращения: 10.12.2013)
- Huff D.L. Parameter Estimation in the Huff Model. URL: <http://www.esri.com/news/arcuser/1003/files/huff.pdf> (дата обращения: 10.12.2012)
- Huff D.L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. URL: <http://www.jstor.org/stable/3144521> (дата обращения: 08.12.2012)
- Угаров А.С. Методы выбора местоположения торговой точки // Маркетинг в России и за рубежом. 2005. №6 (50). С. 99–108.
- Спирина В.С. Эмпирическое определение коэффициента  $\lambda$ , описывающего степень влияния времени корреспонденции потребителей до торгового центра в формуле Д. Хаффа // Master'sJournal. 2013. №1. С.243–251.
- Леонов А.Л., Esri GIS. ГИС для розничной торговли // ArcReview. 2010. №4 (55).
- 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.
- Спирина В.С., Кавиев М.И., Эрнст Н.А. Оценка привлекательности объектов коммерческой недвижимости // Master'sJournal. 2013. №1. С.217–228.
- Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии). М.: Экономика, 1982. 256 с.
- Варжапетян А.Г. Квалиметрия: учеб. пособие. СПб., СПбГУАП, 2005. 176 с.
- Квалиметрическая экспертиза строительных объектов / под ред. В.М. Маругина и Г.Г. Азгальдова. СПб.: Изд-во «Политехника», 2008. 528 с.

13. Форма опроса потребителей г. Перми. URL: <https://docs.google.com/forms/d/1OwlORWTm25uTYWsw7XKIyL35UWBKIFkT1ODZdj3g8Y/viewform#start=openform> (дата обращения: 04.03.2013).

14. Результаты опроса, представленные в табличной форме. URL: <https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AvdG9pJJVt4JdDNvazlTdTFMYy1qYTJVRlh3SEpOdFE#gid=0> (дата обращения: 18.09.2013).

15. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: Физматлит, 2007. 64 с.

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

17. 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.

18. Харитонов В.А. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: монография / под ред. В.А. Харитонова. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. 363 с.

19. Форма опроса потребителей г. Перми товаров разной необходимости. URL: <https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFNsZVBNOWVLT0k3QzY0V3M0cVITUUE6MQ#gid=0> (дата обращения: 20.09.2012).

*В редакцию материал поступил 29.12.14*

© Спирина В.С., Алексеев А.О., 2015

### Информация об авторах

**Спирина Варвара Сергеевна**, аспирант кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» строительного факультета, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Адрес: 614010, г. Пермь, ул. Куйбышева, 109, тел.: (342) 2-198-409

E-mail: [spirina.varvara@gmail.com](mailto:spirina.varvara@gmail.com)

**Алексеев Александр Олегович**, кандидат экономических наук, докторант кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» строительного факультета, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Адрес: 614010, г. Пермь, ул. Куйбышева, 109, тел.: (342) 2-198-409

E-mail: [alekseev@cems.pstu.ru](mailto:alekseev@cems.pstu.ru)

**Как цитировать статью:** Спирина В.С., Алексеев А.О. Моделирование и прогнозирование посещаемости коммерческой недвижимости на основе оценки ее потребительской привлекательности (на примере торгово-развлекательных комплексов) // Актуальные проблемы экономики и права. 2015. № 1 (33). С. 209–217.

**V. S. SPIRINA,**

*Post-graduate student,*

**A. O. ALEKSEYEV,**

*PhD (Economics), Doctoral student*

*Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia*

### MODELLING AND PREDICTING OF COMMERCIAL PROPERTY ATTENDANCE BASING ON THE ESTIMATION OF ITS ATTRACTION FOR CONSUMERS (by example of shopping malls)<sup>6</sup>

**Objective:** to research and elaborate an economic-mathematical model of predicting of commercial property attendance by the example of shopping malls, based on the estimation of its attraction for consumers.

**Methods:** the methodological and theoretical basis for the work was composed of the rules and techniques of elaborating the qualimetry and matrix mechanisms of complex estimation, necessary for the estimation and aggregation of factors influencing the choice of a consumers' group among many alternative property venues.

**Results:** two mechanisms are elaborated for the complex estimation of commercial property, which is necessary to evaluate their attraction for consumers and to predict attendance. By the example of two large shopping malls in Perm (Russia), it is shown that using both mechanisms in the economic-mathematical model of commercial property attendance increases the accuracy of its predictions (compared to the traditional Huff model). The reliability of the results is confirmed by the coincidence of the results of calculation and the actual poll data on the shopping malls attendance.

**Scientific novelty:** a multi-factor model of commercial property attraction for consumers was elaborated by the example of shopping malls, parameters of complex estimation mechanisms are defined, namely, eight parameters influencing the choice of a shopping mall by consumers. The model differs from the traditional Huff model by the number of factors influencing the choice of a shopping mall by consumers, and by the higher accuracy of predicting its attendance.

<sup>6</sup> The article was prepared with financial support of Perm National Research Polytechnic University.

**Practical significance:** the economic-mathematical models, able to predict commercial property attendance, can be used for efficient planning of measures to attract consumers to preserve and develop competitive advantages of commercial property.

**Key words:** commercial property; attraction of commercial property for consumers; evaluating the quality of commercial property; qualimetry models; mechanism of complex estimation (MCE); sociological poll.

#### References

- Huff, D.L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. Land Economics, available at: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/3144521?uid=3738936&uid=2&uid=4&sid=21102716073273> (accessed: 08.12.2012)
- Huff, D. L. and Black, W. C. The Huff model in retrospect. Applied Geographic Studies, available at: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1520-6319\(199722\)1:2%3C83::AID-AGS1%3E3.0.CO;2-P](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1520-6319(199722)1:2%3C83::AID-AGS1%3E3.0.CO;2-P) (accessed: 10.12.2013)
- Huff, D.L. Parameter Estimation in the Huff Model, available at: <http://www.esri.com/news/arcuser/1003/files/huff.pdf> (accessed: 10.12.2012)
- Huff, D.L. A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas, available at: <http://www.jstor.org/stable/3144521> (accessed: 08.12.2012)
- Ugarov, A.S. Metody vybora mestopolozheniya torgovoi tochki (Techniques of choosing the location of a retail unit). *Marketing v Rossii i za rubezhom*, 2005, no. 6 (50), pp. 99–108.
- Spirina, V.S. Empiricheskoe opredelenie koeffitsienta  $\lambda$ , opisuyushchego stepen' vliyaniya vremeni korrespondentsii potrebitel'nykh do torgovogo tsentra v formule D. Khaffa (Empirical estimation of  $\lambda$  coefficient, describing the degree of influence of the time of consumers' correspondence to a shopping unit in Huff model). *Master's Journal*, 2013, no. 1, pp. 243–251.
- Leonov, A.L., Esri Gis. GIS dlya roznichnoi torgovli (GIS for retail trade). *ArcReview*, 2010, no. 4 (55).
- Alekseev, A.O., Spirina, V.S., Kaviev, M.I., Ernst, N.A. Opredelenie potrebitel'skoi privlekatel'nosti ob"ektov kommercheskoi nedvizhimosti. Izvestiya vuzov (Estimation of attraction of commercial property for consumers). *Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*, 2013, no. 1 (4), pp. 8–19.
- Spirina, V.S., Kaviev, M.I., Ernst, N.A. Otsenka privlekatel'nosti ob"ektov kommercheskoi nedvizhimosti (Estimation of attraction of commercial property). *Master's Journal*. 2013, no. 1. pp. 217–228.
- Azgal'dov, G.G. *Teoriya i praktika otsenki kachestva tovarov (osnovy kvalimetrii)* (Theory and practice of goods quality estimation (bases of qualimetry)). Moscow: Ekonomika, 1982, 256 p.
- Varzhapetyan, A.G. *Kvalimetriya: ucheb. posobie* (Qualimetry: tutorial). Saint-Petersburg, SPbGUAP, 2005, 176 p.
- Marugin, V.M., Azgal'dov, G.G. *Kvalimetricheskaya ekspertiza stroitel'nykh ob"ektov* (Qualimetry expertise of construction venues). Saint-Petersburg: Izd-vo «Politekhnika», 2008, 528 p.
- <https://docs.google.com/forms/d/1OwIORWTm25uTYWsw7XKIyL35UWBKIFkT1ODZdj3g8Y/viewform#start=openform> (accessed: 04.03.2013).
- <https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AvdG9pJJVt4JdDNvazlTdTfMYy1qYTJVRlh3SEpOdFE#gid=0> (accessed: 18.09.2013).
- Podinovskii, V.V. *Vvedenie v teoriyu vazhnosti kriteriev v mnogokriterial'nykh zadachakh prinyatiya reshenii* (Introduction into the theory of criteria significance in multi-criteria decision-making tasks). Moscow: Fizmatlit, 2007, 64 p.
- Burkov, V.N., Novikov, D.A. *Teoriya aktivnykh sistem: sostoyanie i perspektivy* (Theory of active systems: condition and prospects). Moscow: Sinteg, 1999, 128 p.
- Kharitonov, V.A., Vinokur, I.R., Belykh, A.A. Funktsional'nye vozmozhnosti mekhanizmov kompleksnogo otsenivaniya s topologicheskoi interpretatsiei matrits svertki (Functional possibilities of complex estimation mechanisms with topological interpretation of convolution matrixes). *Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov*, 2007, no. 18, pp. 129–140.
- Kharitonov, V.A. *Intellektual'nye tekhnologii obosnovaniya innovatsionnye reshenii: monografiya* (Intellectual technologies of innovative decisions grounding: monograph). Perm: Izd-vo Perm. gos. tekhn. un-ta, 2010, 363 p.
- <https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFNsZVBNOVWVLT0k3QzY0V3M0cVITUUE6MQ#gid=0> (accessed: 20.09.2012).

Received 29.12.14

#### Information about the authors

**Spirina Varvara Sergeyevna**, post-graduate student of the Chair “Construction engineering and material studies”, Faculty of Construction, Perm National Research Polytechnic University

Address: 109 Kuibyshev Str., 614010, Perm, tel.: (342) 2-198-409E-mail: spirina.varvara@gmail.com

**Alekseyev Aleksandr Olegovich**, PhD (Economics), Doctoral student of the Chair “Construction engineering and material studies”, Faculty of Construction, Perm National Research Polytechnic University

Address: 109 Kuibyshev Str., 614010, Perm, tel.: (342) 2-198-409

E-mail: alekseev@cems.pstu.ru

**How to cite the article:** Spirina V.S., Alekseyev A.O. Modelling and predicting of commercial property attendance basing on the estimation of its attraction for consumers (by example of shopping malls). *Aktual'niye problemy ekonomiki i prava*, 2015, no. 1 (33), pp. 209–217.