

Варвара С. Спирина, Александр О. Алексеев
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЕЩАЕМОСТИ ТОРГОВОЙ
 НЕДВИЖИМОСТИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЕЕ
 ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ***

В статье рассмотрен вопрос корректности модели Хаффа, применяемой для оценки потребительской привлекательности коммерческой недвижимости и актуальности ее применения в современных условиях. На примере г. Перми (Россия) проиллюстрировано эмпирическое определение параметра модели, описывающего степень влияния времени проезда потребителем от места проживания до расположения торгового центра на его потребительскую привлекательность. Описан авторский подход к модификации модели Хаффа. Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности решения задачи прогнозирования потоков посетителей, что проиллюстрировано на примере управления торговым центром при проведении рекламных акций.

Ключевые слова: потребительская привлекательность; торговый центр; прогнозирование потока посетителей; модель Хаффа.

Форм. 17. Табл. 4. Рис. 7. Лит. 25.

Варвара С. Спірина, Олександр О. Алексєєв
**ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДВІДУВАНОСТІ ТОРГОВЕЛЬНОЇ
 НЕРУХОМОСТІ НА ОСНОВІ ОЦІНЮВАННЯ
 ЇЇ СПОЖИВЧОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ**

У статті розглянуто питання коректності моделі Хаффа, що застосовується для оцінювання споживчої привабливості комерційної нерухомості та актуальності її використання в сучасних умовах. На прикладі м. Пермі (Росія) проілюстровано емпіричне визначення параметра моделі, що описує ступінь впливу часу пересування споживачів від місця проживання до розташування торговельного центру на його споживчу привабливість. Описано авторський підхід до модифікації моделі Хаффа. Практична значимість отриманих результатів полягає в можливості вирішення задачі прогнозування потоків відвідувачів, що проілюстровано на прикладі управління торговельним центром при проведенні рекламних акцій.

Ключові слова: споживча привабливість; торговий центр; прогнозування потоку відвідувачів; модель Хаффа.

Varvara S. Spirina¹, Aleksandr O. Alekseev²

**FORECASTING THE ATTENDANCE OF RETAIL REAL ESTATE BASED
 ON ESTIMATION OF ITS ATTRACTIVENESS TO CONSUMERS**

The paper considers the Huff's model, used to assess the consumer attractiveness of commercial real estate and its relevance for today's application. The example of the city of Perm (Russia) illustrates the empirical determination of the model parameter that describes the influence of the time during which consumers get from the place of residence to a shopping center on the consumer appeal of this shopping facility. The authors' approach to assessing the quality of commercial real estate and the modification of the Huff's model are presented. Practical significance of these results for solving the problem of forecasting visitor flows is illustrated on the example of advertising campaigns management in shopping centers.

Keywords: consumer attractiveness; shopping center; forecasting of visitor flows; the Huff's model.

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

¹ Perm National Research Polytechnic University, Russia.

² Perm National Research Polytechnic University, Russia.

Постановка проблеми. В условиях возрастающей конкуренции и концентрации коммерческой недвижимости появляется необходимость прогнозирования посещаемости торговых центров. Математические модели, способные прогнозировать посещаемость, могут применяться для планирования мероприятий по привлечению дополнительного числа посетителей, с целью сохранения и развития конкурентных преимуществ коммерческой недвижимости. Это объясняет практическую значимость исследования и его актуальность.

Решение задачи прогнозирования потоков посетителей торговых объектов может быть основано на оценке их потребительской привлекательности. В качестве метода оценки привлекательности торговой недвижимости широкое распространение получила модель Хаффа, предложенная им в 1963 г. [24].

Анализ последних публикаций. В работе [17] описана модель определения привлекательности торгового объекта, в которой представлены соотношения, по которым можно вычислить: вероятность того, что покупатели могут быть привлечены в торговый объект; общие расходы потребителей на определенную продуктовую категорию в торговой точке; долю рынка исследуемого торгового объекта в исследуемой продуктовой категории. Подробный пример применения модели Хаффа приведен в работе [22].

Данная модель получила распространение при решении задачи выбора местоположения строительства торговой недвижимости. Методы выбора местоположения торговой точки подробно рассматриваются в работах [5; 7; 8; 20]. В [20] показана ошибочная логика мышления ритейлеров при выборе места расположения торговых объектов. При решении этой задачи, по мнению автора [20], недостаточно учитывать только географический фактор, т.к. спрос на услуги может быть больше в районах с более высокой конкуренцией. Также автор [20] отмечает, что важно правильно и точно измерить торговую зону объекта. В [8] описаны факторы удачного местоположения торгового объекта. Недостатки размещения новых торговых предприятий рассмотрены в [5]. Стадии развития и совершенствования методов выбора местоположения торгового объекта рассматриваются в [18; 19].

Применение геоинформационных систем (ГИС) для розничной торговли описано в [23], что отражено в новом направлении маркетинга – геомаркетинге.

Предложенная Д.Л. Хаффом модель определения местоположения торгового объекта, наиболее оптимального, с точки зрения получения прибыли, с успехом применяется, и по сей день. Будучи подвергнутой критике и не лишённой недостатков модель Хаффа привлекает исследователей своей простой и универсальностью. В статье [25] Д.Л. Хафф рассматривает возможность пересмотра модели, ранее предложенной им для определения привлекательности торгового объекта в связи с ее некорректным представлением.

Цель исследования состоит в модификации модели Хаффа и разработке экономико-математической модели позволяющей прогнозировать посещаемость торговых центров на основе оценки потребительской привлекательности коммерческой недвижимости с учетом ее класса качества и временных затрат потребителей на передвижение от места проживания до места расположения торговой недвижимости.

Основные результаты исследования. Определение потребительской привлекательности торгового центра и прогнозирование потоков посетителей является весьма актуальной задачей и имеет высокую практическую значимость при управлении в сфере ритейла. Рассмотрим возможные риски неэффективного управления торговым центром на примере реализации рекламной акции, сопровождающейся предоставлением скидок на определенные группы товаров. Анализ рисков целесообразно проводить, используя метод определения точки безубыточности (рис. 1), только в постановке зависимости денежных потоков – CF (от англ. cashflow – денежный поток) от количества посетителей – n .

Проведение рекламной акции сопровождается увеличением условно постоянных затрат – TFC (от англ. total fixed cost – общие постоянные затраты) за счет средств, выделяемых на рекламу, а соответственно и общих затрат – TC (от англ. total cost – общие затраты). Предоставление скидок в свою очередь приводит к уменьшению среднего чека покупателя – AR (от англ. average revenue – средняя выручка), который определяет угол наклона прямой, описывающей общую выручку – TR (от англ. total revenue – общая выручка) (рис. 1б). Общие переменные затраты – TVC (от англ. total variable cost – общие переменные затраты) будут неизменны.

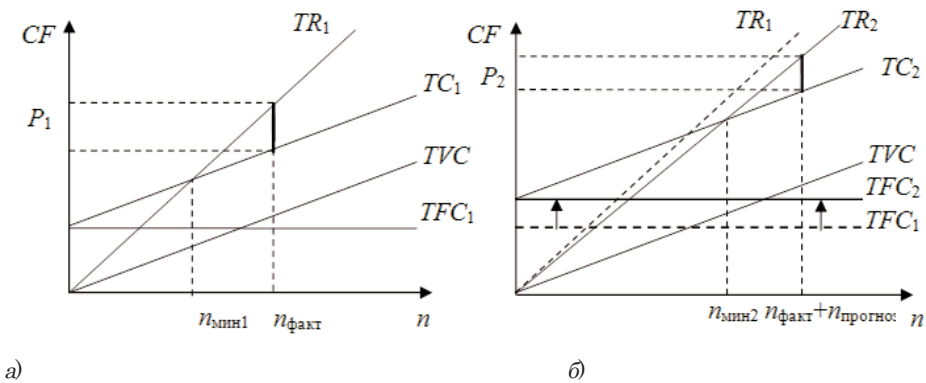


Рис. 1. Анализ чувствительности денежных потоков торгового центра от количества посетителей до (а) и после реализации (б) рекламной акции, авторская разработка

Как видно из рис. 1, прибыль от продаж P (от англ. profit – прибыль) может оказаться меньше даже при условии увеличения числа посетителей. Очевидно, что смещение $n_{\text{мин}}$ при проведении маркетинговых акций приводит к возрастающей необходимости прогнозирования потоков покупателей.

Для прогнозирования посещаемости $ТЦ$ может быть использована модель Хаффа, позволяющая оценить потребительскую привлекательность $ТЦ$. Основная идея модели – это определение привлекательности торгового объекта (1), прямопропорциональной размеру объекта и обратнопропорциональной расстоянию между покупателем и торговым объектом:

$$A_{ij} = \frac{S_j}{T_{ij}^\lambda}, \tag{1}$$

где A_{ij} – привлекательность объекта j для покупателя i ; S_j – размер объекта j ; T_{ij} – время, потраченное покупателем i на путь до объекта j ; λ – параметр, отражающий эффект влияния разных типов объектов на воспринимаемые временные затраты [17]. Параметр λ находится эмпирически.

Вычислив привлекательность торгового объекта, а также привлекательности других торговых объектов, можно определить вероятность того, что покупатели могут быть привлечены в исследуемый торговый объект:

$$P_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_{ij}}. \tag{2}$$

Общие затраты покупателей на продуктовую категорию k в торговой точке j описываются выражением:

$$E_{jk} = \sum_{l=1}^m P_{lj} \times C_l \times B_{lk}, \tag{3}$$

где C_l – число покупателей в зоне проживания l ; B_{lk} – среднегодовые затраты покупателей, проживающих в зоне l , на продуктовую категорию k ; m – общее число зон проживания покупателей.

Отсюда напрямую можно определить долю рынка данного торгового объекта в продуктовой категории k :

$$M_{jk} = \frac{E_{jk}}{\sum_{l=1}^m C_l \times B_{lk}}. \tag{4}$$

Имея эти данные, можно спрогнозировать совокупную выручку торговой точки по всем продуктовым категориям:

$$E_j = \sum_{k=1}^K E_{jk}. \tag{5}$$

Подтвердим корректность модели Хаффа, используя метод аналогий. В качестве аналогии будем использовать термодинамический закон, описываемый уравнением Менделеева-Клапейрона. Исследуя триаду взаимосвязанных факторов (графики взаимозависимости факторов представлены на рис. 2–4) M (от англ. money – деньги) – T (от англ. time – время) – Q (от англ. quality – качество), авторы будут использовать термины, аналогичные термодинамическим (изобара, изотерма, изохора) – изомани, изоквалити, изотаймы.

Стоимость абстрактного объекта (M) возрастает при фиксированном времени, необходимом на создание или получение этого объекта ($T^* = const$) и улучшающемся качестве ($Q_2 > Q_1$) (рис. 2а). Аналогично, при фиксированном качестве ($Q^* = const$) стоимость ($M_1 < M_2$) уменьшается при увеличении сроков ($T_2 > T_1$) (рис. 2б). Примем допущение, что линии изомани примут вид как показано на рис. 2в, аналогично изохоре или изобаре.

Аналогично исследуем изменение потраченного времени от качества и количества потраченных денег. Требуемое время (T) возрастает при необходимости выполнить более качественную работу ($Q_2 > Q_1$) при фиксированном размере оплаты ($M^* = const$) (рис. 3а). При фиксированном качестве ($Q^* =$

const) при увеличении стоимости работ ($M_2 > M_1$) время (T) сокращается (рис. 3б). Изотаймы примут вид, аналогичный изомани (рис. 3в).

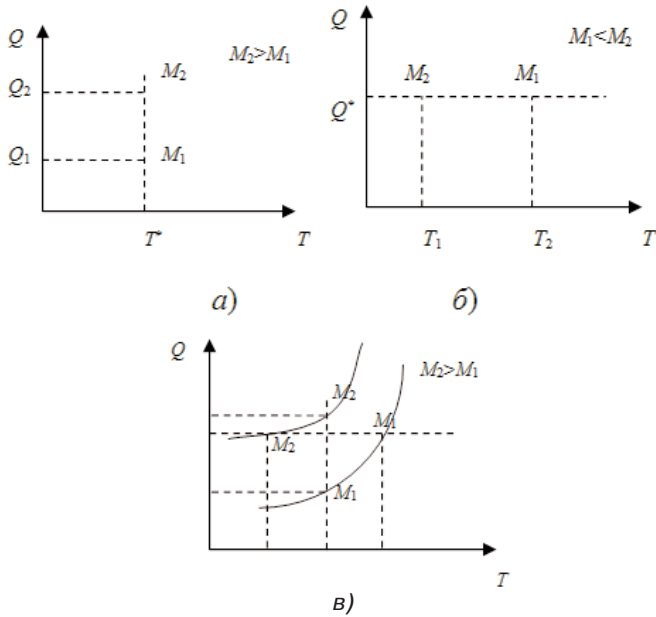


Рис. 2. График зависимости требуемого количества денег от качества и затраченного времени, авторская разработка

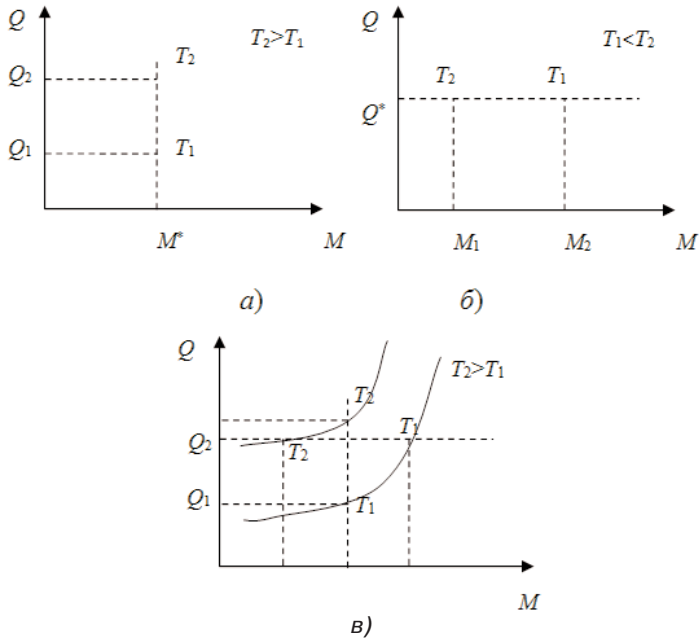


Рис. 3. График зависимости затраченного времени от качества и количества потраченных денег, авторская разработка

Исследуя зависимость качества Q от потраченного времени T и денег M , были получены следующие изоквалити ($Q = const$) (рис. 4в). Изоквалити получены благодаря соображениям о том, что при фиксированной стоимости ($M = const$) и увеличении времени работы ($T_2 > T_1$), качество будет увеличиваться (рис. 4а), и при фиксированном времени ($T = const$) и увеличении стоимости работы ($M_2 > M_1$), качество также будет увеличиваться (рис. 4б).

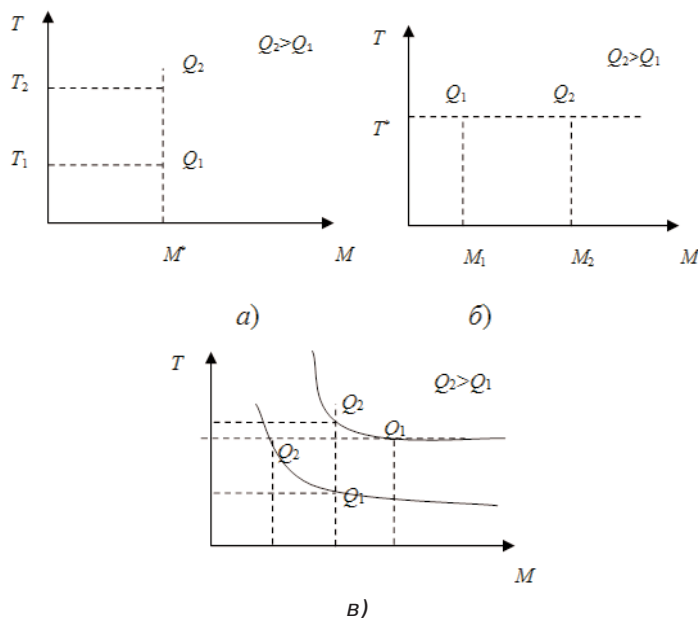


Рис. 4. График зависимости качества от потраченного времени и денег, авторская разработка

По аналогии с термодинамическим уравнением Менделеева-Клапейрона формулируется балансовое уравнение (6) применительно к исследуемой триаде факторов.

$$\frac{M \times T}{Q} = const. \quad (6)$$

Распространяя полученное отношение на задачу определения привлекательности торговых центров вместо M целесообразно ввести фактор описывающий ценность, или привлекательность торгового центра – W (от англ. worth – ценный), которая в модели Хаффа (1) обозначалась A (от англ. attractiveness – привлекательность). Под параметром, описывающим время работы (T), теперь будем подразумевать время передвижения потребителя до торгового центра. Тогда привлекательность торгового центра описывается выражением:

$$W = \alpha \times \frac{Q}{T}, \quad (7)$$

где α – константа, определяемая экспериментально, как и μR в уравнении Менделеева-Клапейрона.

Модель Хаффа (1) содержательно формулируется аналогично (7), что подтверждает корректность данной модели.

Можно предположить, что в 1963 г. Д.Л. Хаффом была взята площадь торгового центра как показатель качества магазина. На данный же момент этот параметр (площадь) не учитывает всех факторов привлекательности современной торговой точки, что определяет потребность в актуализации модели Хаффа, поскольку согласно (7) привлекательность торгового центра W прямо пропорциональна Q (качество), а в модели Д.Л. Хаффа в этой роли выступает лишь S (площадь).

Заменяя площадь в формуле Хаффа (1) на параметр Q , описывающий качество торгового центра, и умножая на коэффициент λ , получаем ее актуализованную для нашего времени версию:

$$A = \alpha \times \frac{Q}{T^\lambda}. \quad (8)$$

Таким образом, нахождение привлекательности торговой точки и последующее управление торговым центром сводится к определению параметров Q , λ и α . Параметры λ и α могут быть найдены экспериментальным путем. Авторы предполагают, что параметр λ должен принадлежать интервалу $[0;1]$, а параметр α характеризует тип коммерческой недвижимости.

Определение параметра λ . Для иллюстрации возможности определения искомого параметра λ ниже приведен алгоритм, применимый для немодифицированной модели Хаффа (1). Для определения параметра λ , описывающего степень влияния времени корреспонденции потребителей от места проживания до расположения торгового центра на потребительскую привлекательность торгового центра, был проведен социологический опрос. Целью опроса (форма опроса приведена в [21]) является определение распределения потребителей по торговым центрам с указанием торговых центров и места жительства потребителя.

Для определения параметра λ для разных групп товаров целесообразно их классифицировать по «потребительской корзине». Таким образом, респондентам предлагалось указать, какие торговые точки они посещают для приобретения товаров первой необходимости (j), второй необходимости (k) и третьей группы товаров – предметов роскоши (l).

По результатам опроса [11] было определено время передвижения от потребителя i до торгового объекта с группой товаров категории j , до торгового объекта с группой товаров категории k и до торгового объекта с группой товаров категории l , используя программный комплекс «Дубль-ГИС» с данными для г. Пермь (Россия). Также с помощью ресурсов Internet были найдены площади (S) торговых центров, названных респондентами в опросе.

Для нахождения параметра λ авторами была осуществлена попытка решения системы уравнений, полученной путем подстановки (1) в (2), в которых по результатам опроса определены все параметры, кроме искомого λ .

Для упрощения расчетов было сокращено количество торговых точек до минимума – двух наиболее популярных, по результатам опроса, торговых центров. В таком случае с двумя неизвестными система уравнений приняла вид:

$$\begin{cases} P_1 = \frac{S_1 \times T_1^{-\lambda_1}}{S_1 \times T_1^{-\lambda_1} + S_2 \times T_2^{-\lambda_2}}, \\ P_2 = \frac{S_2 \times T_2^{-\lambda_2}}{S_1 \times T_1^{-\lambda_1} + S_2 \times T_2^{-\lambda_2}}. \end{cases} \quad (9)$$

Обозначив $T_j^{-\lambda_j} = X_j$ система уравнений (9) примет вид:

$$\begin{cases} P_1 = \frac{S_1 \times X_1}{S_1 \times X_1 + S_2 \times X_2}, \\ P_2 = \frac{S_2 \times X_2}{S_1 \times X_1 + S_2 \times X_2}. \end{cases} \quad (10)$$

Из уравнений (10) можно найти X_1 и X_2 , а затем и параметры λ : $\lambda_j = -\log_{T_j} X_j$. Однако, решая (10), была получена система линейных уравнений (11), которая имеет тривиальное решение $X_1 = 0, X_2 = 0$. Это решение не имеет ни математического, ни экономического смысла для данного случая.

$$\begin{cases} P_1 \times S_1 \times X_1 + P_1 \times S_2 \times X_2 - S_1 \times X_1 = 0, \\ P_2 \times S_1 \times X_1 + P_2 \times S_2 \times X_2 - S_2 \times X_2 = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Определение параметра λ методом прямого подбора. Далее было выдвинуто предположение о возможности нахождения параметра λ методом прямого подбора. Чтобы убедиться в этом, на примере двух наиболее популярных торговых центров были рассчитаны вероятности посещения респондентом данных торговых объектов при различных значениях параметра λ (табл. 1). За площади торговых точек были взяты площади двух наиболее популярных по результатам опроса торговых центров. По (1) была найдена привлекательность каждого торгового центра для потребителя с разными значениями λ – от 0 до 1 включительно, с шагом 0,1.

Таблица 1. Пример определения параметра λ методом прямого подбора, авторская разработка

$P_{\text{опрос}}$	S_1	T_{11}	A_{11}	λ_1	$P_{1\text{расчет}}$	$P_{\text{вопрос}}$	S_2	T_{12}	A_{12}	λ_2	$P_{2\text{расчет}}$
0,62	75000	15	75000	0	0,612245	0,37	47500	16	47500	0	0,387755
	75000	15	57207,39	0,1	0,613776		47500	16	35998,27	0,1	0,386224
	75000	15	43635,81	0,2	0,615305		47500	16	27281,59	0,2	0,384695
	75000	15	33283,88	0,3	0,616831		47500	16	20675,58	0,3	0,383169
	75000	15	25387,78	0,4	0,618355		47500	16	15669,16	0,4	0,381645
	75000	15	19364,92	0,5	0,619877		47500	16	11875	0,5	0,380123
	75000	15	14770,88	0,6	0,621397		47500	16	8999,567	0,6	0,378603
	75000	15	11266,72	0,7	0,622914		47500	16	6820,396	0,7	0,377086
	75000	15	8593,86	0,8	0,624429		47500	16	5168,894	0,8	0,375571
	75000	15	6555,097	0,9	0,625941		47500	16	3917,289	0,9	0,374059
75000	15	5000	1	0,627451	47500	16	2968,75	1	0,372549		

По (2) были просчитаны вероятности посещения торгового центра покупателями для разных значений $\lambda (P_{ij\text{расчет}})$ и сравнивались с вероятностью, полученной по результатам опроса ($P_{j\text{опрос}}$). Параметр λ , при котором расчетная вероятность соответствовала опросной у обоих торговых центров, и является искомой величиной.

Для кожного потребителя i були знайдені вероятності посещения исследуемых торговых центров (P_{ij} расчет). Затем эти вероятности были сравнены с полученным из опроса реальным посещением торговых центров и таким образом были найдены соответствующие каждому потребителю параметры λ .

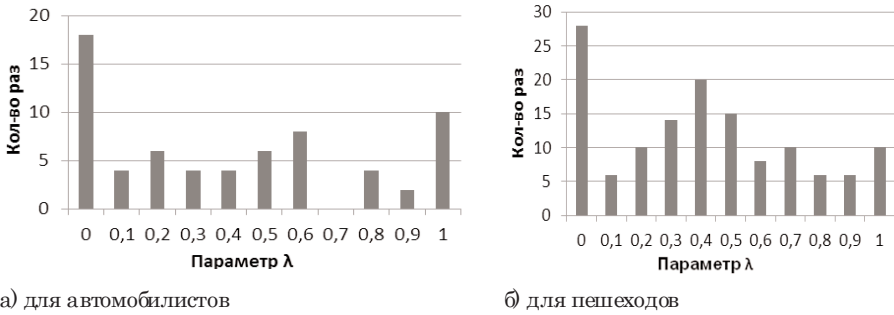


Рис. 5. Распределение параметров λ , авторская разработка

Распределения параметров λ для автомобилистов и пешеходов показаны на рис. 5. Можно заметить, что для автомобилистов распределение параметра λ не имеет ярко выраженной зависимости, поэтому можно утверждать, что для них параметр времени не оказывает значительного влияния на вероятность посещения торгового центра (рис. 5а). Тогда как у пешеходов распределение параметров λ логически напоминает объединение 3 распределений с ярко выраженными пиками при $\lambda = 0$, $\lambda = 0,4$ и $\lambda = 1$ (рис. 5б).

Распределение параметра λ по зонам. Результаты эмпирического определения параметра λ существенно зависят от зонирования территории вокруг торгового центра. Все респонденты были разделены на 3 группы по месту проживания: зона 1 с радиусом 4000 м от торгового центра, зона 2 – от 4000 до 8000 м, и зона 3 – более 8000. Полученные распределения параметра λ для рассмотренных зон представлены на рис. 6 и 7.

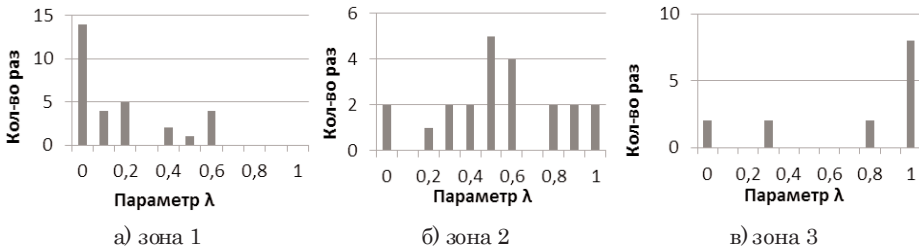


Рис. 6. Распределение параметров λ для автомобилистов, авторская разработка

Необходимо отметить следующее: «прямое» решение системы уравнений для определения вероятностей посещения торговых центров потребителями с неизвестным параметром λ дает тривиальное решение, не имеющее физического смысла. Авторы не рекомендуют использовать данный подход другим исследователям для экспериментального определения параметра λ .

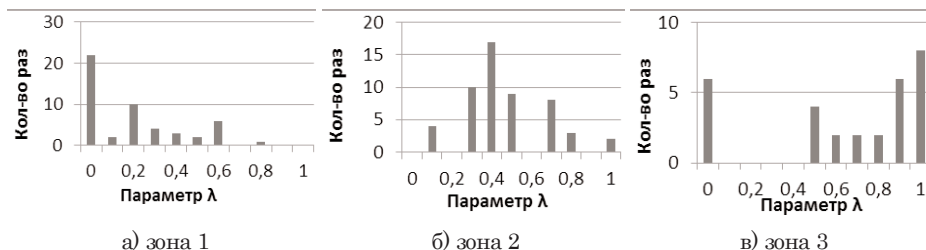


Рис. 7. Распределение параметров λ для пешеходов, авторская разработка

Изучив полученные графики (рис. 6 и 7), можно сформулировать рекомендуемые для прикладных исследований значения параметров λ для каждой зоны. Для этого авторы предлагают использовать наиболее часто встречаемые параметры (моды) в распределении для автомобилистов: $\lambda_1^{\max} = 0$; $\lambda_2^{\max} = 0,5$; $\lambda_3^{\max} = 1$; для пешеходов: $\lambda_1^{\max} = 0$; $\lambda_2^{\max} = 0,4$; $\lambda_3^{\max} = 1$. Авторы напоминают, что целью данного раздела статьи была иллюстрация возможности нахождения параметра λ , применение этих значений для модифицированной модели (8), в которой на привлекательность торговой недвижимости влияет не площадь, а качество объекта, не корректно. Определению параметров λ , применимых для модифицированной модели, будет посвящена будущая работа авторов.

Определение качества недвижимости. Качество объекта недвижимости Q зависит от множества характеристик x_j , являющихся гетерогенными по отношению друг к 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 практике комплексного оценивания получили широкое распространение квалиметрические модели [1; 4], где результатом комплексного оценивания становится средневзвешенная оценка. Данные методы разрабатывались специально для количественного оценивания качества, что и требуется в нашем исследовании.

В [4] приводится ряд таких оценок с рекомендациями по их прикладному использованию. При объединении однородных параметров, разброс между которыми невелик, рекомендуется использовать арифметическую модель:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \times Q_i; \quad Q = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n Q_i, \quad \text{при } q_i = \frac{1}{n}, \quad (12)$$

при объединении неоднородных показателей, имеющих большой разброс, рекомендуется использовать геометрическую модель:

$$Q = \prod_{i=1}^n Q_i^{q_i}; \quad Q = \prod_{i=1}^n Q_i^{\frac{1}{n}} \quad \text{при } q_i = \frac{1}{n}, \quad (13)$$

при решении уравнений показателей методом наименьших квадратов используется квадратическая модель:

$$Q = \sqrt{\sum_{i=1}^n q_i \times Q_i^2}; \quad Q = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n Q_i^2} \quad \text{при } q_i = \frac{1}{n}, \quad (14)$$

в случае однородных показателей с большим разбросом рекомендуется использовать гармоническую модель:

$$Q = \frac{1}{\sum \frac{q_i}{Q_i}}; \quad Q = \frac{n}{\sum \frac{1}{Q_i}} \quad \text{при } q_i = \frac{1}{n}, \quad (15)$$

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

Наилучшему состоянию объекта оценки по качеству соответствует максимальное значение Q , которое равняется единице, а наихудшему состоянию минимальное – нуль. Это объясняется тем, что для оценки частных характеристик используется относительная шкала $[0; 1]$. Приведение частных характеристик к относительной шкале проводится следующим образом: в шкале измерения характеристики выбираются минимальное $x_{i\min}$ и так называемое нормативное значение $x_{i\text{norm}}$. По полученным парам значений строятся возрастающие (16) функции приведения:

$$Q_i = \frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\text{norm}} - x_{i\min}}. \quad (16)$$

В случае, если качество объекта обратно пропорционально характеристике, то есть увеличение характеристики отрицательно сказывается на качестве, то выбираются $x_{i\text{norm}}$ и максимальное $x_{i\max}$. Для таких характеристик функции приведения будут иметь убывающий вид:

$$Q_i = \frac{x_i - x_{i\max}}{x_{i\min} - x_{i\text{norm}}}. \quad (17)$$

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 некоторых работах предлагается использовать метод парных сравнений альтернатив, широко используемый в методе анализа иерархий [12].

В качестве альтернативных подходов к решению задачи комплексного оценивания могут выступать методы, разработанные в теории важности критериев [9], или известный в теории активных систем [3] механизм комплексного оценивания, основанный на деревьях целей (критериев) и бинарных матриц свертки частных критериев, подробно описанный в [2; 6].

Преимущество матричного подхода в задачах моделирования предпочтений над линейной сверткой (12) проиллюстрировано в [2]. В частности, к преимуществу нелинейной матричной свертки относится возможность учитывать меняющееся влияние частной характеристики на комплексную оценку в зависимости от подобласти ее определения. Это делает данный подход преимущественным и перед другими квалиметрическими моделями (12–15) в связи со сложностью обеспечения требования равенства единице суммы взвешенных коэффициентов.

На базе матричних механізмів комплексного оцінювання були розроблені та пройшли державну реєстрацію програмні комплекси [13–16], що утворюють клас програмних продуктів «ДЕКОН» (абревіатура від «дерева комплексного оцінювання об'єктів нерухомості»), використані в даній роботі для оцінки якості об'єкта нерухомості.

Прогнозування відвідуваності торговельно-сервісної нерухомості. Проілюструємо можливість підвищення ефективності управління торговельно-сервісним центром пішої доступності в мікрорайоні, в якому розташовано 5 торговельно-сервісних центрів приблизно однакового формату та якості, використовуючи модифіковану модель Хаффа. Керуваним фактором буде являтися реклама, за допомогою реалізації акцій стає можливим підвищення якості торговельно-сервісної нерухомості в очах споживачів.

Для ілюстрації приймемо наступні допущення: невідомий параметр α дорівнює одиниці, т.е. не впливає на привабливість комерційної нерухомості; параметр λ дорівнює нулю, так як об'єктом дослідження є торговельно-сервісний центр пішої доступності, для якого, як показано на рис. 7, він прагне до нуля. Будемо вважати, що для модифікованого моделі це буде виконуватися також у випадку пішої доступності торговельно-сервісного об'єкта.

Таблиця 2. Прогнозування кількості відвідувачів, використовуючи модифіковану модель Д.Л. Хаффа, авторська розробка

№	Обозначення	Характеристика	Значення	
			до акції	після акції
1	Q_i	Комплексна оцінка, що описує якість торговельно-сервісного центру (програмний продукт класу «Декон»)	1,5	1,71
2	l	Параметр, що описує вплив часу подорожі від місця проживання до торговельно-сервісного об'єкта (допущення)	0	0
3	b	Параметр, що характеризує тип комерційної нерухомості (допущення)	1	1
4	A	Привабливість торговельно-сервісного центру (вираження 8)	0,1	0,12
5	P_i	Ймовірність відвідування магазину покупцями (вираження 2)	0,2	0,23
6	N	Населення мікрорайону, осіб (дані органів влади місцевого самоврядування)	15000	15000
7	n_i	Очікувана кількість відвідувачів, осіб. (стр. 5 Ч стр. 6)	3000	3450

Таблиця 3. Розрахунок економічного ефекту від рекламної акції, авторська розробка

№	Обозначення	Характеристика	Значення	
			до акції	після акції
1	APr	Середній чек покупця (дані торговельно-сервісного центру), руб.	600	550
2	PR	Витрати на рекламу (сценарна змінна), руб.	0	50000

З табл. 2 видно, що прогнозується збільшення кількості відвідувачів на 450 осіб завдяки зростанню якості торговельно-сервісного центру в очах споживачів, а відповідно і його привабливості. Розрахунок економічного ефекту від залучення додаткової кількості покупців наведено в

табл. 4. При этом стоит отметить, что для определения экономического эффекта необходимо знать хотя бы средний чек покупателя и затраты на рекламу (табл. 3).

Таблица 4. Расчет экономического эффекта от рекламной акции, авторская разработка

Дополнительный приток людей в ТЦ, чел.	Дополнительная выручка в день, руб.	Выручка до рекламной акции, руб.	Выручка со скидкой, руб.	Общая выручка, с учетом дополнительной, руб.	Общая выручка, с учетом затрат на рекламу, руб.	Экономический эффект, руб.
450	247500	1800000	1650000	1897500	1847500	47500

Выводы. В статье была рассмотрена задача прогнозирования потоков посетителей на основе оценки потребительской привлекательности торговых объектов с использованием модифицированной модели Хаффа. Принципиальным отличием авторского подхода к модификации модели Хаффа является введенный параметр Q , описывающий качество объекта коммерческой недвижимости. Авторами расширен перечень характеристик, влияющих на выбор потребителей в посещении того или иного объекта коммерческой недвижимости. Подробно описаны существующие подходы, которые могут использоваться для оценки качества объекта коммерческой недвижимости. Раскрыта актуальность прогнозирования потоков посетителей при проведении рекламных акций. Практическая значимость полученных результатов и возможность решения обозначенной задачи проиллюстрирована на примере управления торговым центром шаговой доступности.

1. *Азгальдов Г.Г.* Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии). – М.: Экономика, 1982. – 256 с.
2. *Бельх А.А., Шайдулин Р.Ф., Гуреев К.А., Харитонов В.А., Алексеев А.О.* Принцип многомерности в задачах моделирования индивидуальных предпочтений // Управление большими системами: Сборник трудов. – 2010. – №30-1. – С. 128–143.
3. *Бурков В.Н., Новиков Д.А.* Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: Синтез, 1999. – 128 с.
4. *Варжапетян А.Г.* Квалиметрия: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУАП, 2005. – 176 с.
5. *Зырянов А.В.* Современные тенденции размещения розничных торговых предприятий в российских городах: негативизм и возможности // Вестник Удмуртского университета. – Серия: Экономика и право. – 2011. – Вып. 4. – С. 25–36.
6. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: Монография / В.А. Харитонов и др.; Под ред. В.А. Харитонova. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2010. – 363 с.
7. *Козерод Л.А.* Методы выбора и модели оценки месторасположения розничного торгового предприятия // Труды Международной научно-практической конференции «Модернизация экономики России в контексте глобализации» (24–25 ноября 2011 г.). – Хабаровск: ДВГУПС, 2011. – Т. 2. – С. 136–145.
8. *Леонов А.Л.* Esri GIS. ГИС для розничной торговли // ArcReview. – 2010. – №4. – С. 14–15.
9. *Подиновский В.В.* Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. – М.: Физматлит, 2007. – 64 с.
10. *Подиновский В.В., Подиновская О.В.* О некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. – 2011. – №1. – С. 8–13.
11. Результаты опроса, представленные в табличной форме, 18.09.2013 // docs.google.com.
12. *Саати Т.Л.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2009610220. Автоматизированная система оперативного исследования моделей объектов комплексного

оценівання: Заявка №2008615128 от 05.11.2008 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин (РФ). – Зареєстровано в Реєстрі програм для ЕВМ 11.01.2009 (РФ).

14. Свідчення о державній реєстрації програми для ЕВМ №2009616217. Адаптивна неманипулюєма процедура обробки результатів активного експертного оцінювання: Заявка №2009615111 от 18.09.2009 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин, М.И. Мелехин, А.О. Алексеев (РФ). – Зареєстровано в Реєстрі програм для ЕВМ 11.11.2009 (РФ).

15. Свідчення о державній реєстрації програми для ЕВМ №2008612724. Автоматизована система дослідження моделей комплексного оцінювання об'єктів: Заявка №2008610629 от 18.02.2008 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин (РФ). – Зареєстровано в Реєстрі програм для ЕВМ 30.05.2008 (РФ).

16. Свідчення о державній реєстрації програми для ЕВМ №2007614834. Автоматизована система комплексного оцінювання об'єктів: Заявка №2007612986 от 18.07.2007 РФ / А.А. Белых, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин (РФ). – Зареєстровано в Реєстрі програм для ЕВМ 22.11.2007 (РФ).

17. Сушков С. Расчет доли рынка торгового объекта с помощью модели Хаффа // Stas's Geomarketing Blog // stasgeomarketing.wordpress.com.

18. Сушков С. Стадии развития и совершенствования методов выбора местоположения (site selection) торгового объекта // Stas's Geomarketing Blog. Post at May 19, 2009 // stasgeomarketing.wordpress.com.

19. Сушков С. Стадии развития и совершенствования методов выбора местоположения (site selection) торгового объекта. Продолжение // Stas's Geomarketing Blog. Post at June 4, 2009 // stasgeomarketing.wordpress.com.

20. Угаров А.С. Методы выбора местоположения торговой точки // Маркетинг в России и за рубежом. – 2005. – №6. – С. 99–108.

21. Форма опроса потребителей г. Перми товаров разной необходимости, 20.09.2012 // docs.google.com.

22. *Dramowicz, E.* (2005). Retail Trade Area Analysis Using the Huff Model. Post at July 2nd, 2005 // www.directionsmag.com.

23. GIS for Retail Business. GIS Best Practices series. ESRI. Post at February, 2007 // www.esri.com.

24. *Huff, D.L.* (1963). A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. *Land Economics*, 39(1): 81–90.

25. *Huff, D.L.* Parameter Estimation in the Huff Model // *ArcUser*. Post at October–December, 2003 // www.esri.com.

Стаття надійшла до редакції 12.06.2014.