

УДК 332.7:[519.86+657.922
ББК 65.223

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ С УЧЕТОМ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ¹

Алексеев А. О.², Спирина В. С.³

*(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь)*

Коргин Н. А.⁴

*(Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва)*

Московский физико-технический институт, Москва)

Приводится технология управления объектом коммерческой недвижимости, отличающаяся учетом потребительских предпочтений, а также две постановки задачи управления объектом коммерческой недвижимости. Технология включает на укрупненном уровне три этапа: выявление потребительских предпочтений, верификация моделей и управление. Используя модель, можно осуществлять сценарное моделирование и прогнозирование, в том числе игровое имитационное моделирование. В ходе деловых игр могут разрабатываться проекты управленческих решений, эффективность которых может быть проверена в ходе сценарного моделирования «что будет..., если...». Поиск управленческих решений можно осу-

¹ Статья подготовлена при частичной финансовой поддержке Пермского национального исследовательского политехнического университета и Гранта Президента Российской Федерации МД-6075.2015.9.

² Александр Олегович Алексеев, кандидат экономических наук (614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, alekseev@cems.pstu.ru).

³ Варвара Сергеевна Спирина, аспирант (614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, spirina@cems.pstu.ru).

⁴ Николай Андреевич Коргин, доктор технических наук, доцент, (117342, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, nkorgin@ipi.ru).

осуществлять методом анализа чувствительности выбранного показателя эффективности к изменению контролируемых параметров.

Ключевые слова: коммерческая недвижимость, потребительская привлекательность, предпочтения, свертка, комплексное оценивание, моделирование и прогнозирование, игровое моделирование, управление.

1. Введение

Управление объектом коммерческой недвижимости должно осуществляться с учетом потребительских предпочтений, потому что при наличии оценок потребительской привлекательности возможно ранжирование (построение рейтинга) и классификация объектов коммерческой недвижимости по их привлекательности, определение вероятностей их посещения потребителями, проживающими в различных зонах удаленности от объектов коммерческой недвижимости, прогнозирование денежных потоков, моделирование арендных отношений, обоснование местоположения для строительства нового объекта и др.

Известны решения части перечисленных выше задач, в том числе часть из которых получена авторами. В данной работе предпринята попытка обобщения этих решений в виде единой технологии управления объектом коммерческой недвижимости, что определяет практическую значимость исследования.

Пользователями предлагаемой технологии являются управляющие коммерческой недвижимостью и предприниматели-арендаторы, заинтересованные в информации о степени посещаемости объектов потенциальными покупателями, необходимой для обоснования арендных отношений и осуществления коммерческой деятельности.

Предлагаемая технология управления объектом коммерческой недвижимости (далее по тексту – ОКН) с учетом потребительской привлекательности будет проиллюстрирована примерами, полученными авторами для торгово-развлекательных комплексов (далее по тексту – ТРК) г. Перми.

2. Степень разработанности проблемы

Первые работы в области оценки потребительской привлекательности коммерческой недвижимости, связанной с проблемой прогнозирования посещаемости, посвящены новому для 60-х гг. XX века формату торговой недвижимости – загородным супермаркетам. Интерес исследователей и практикующих специалистов был сосредоточен на изучении влияния размеров объекта и степени его удаленности от потребителя только на обоснование места строительства супермаркета, а в настоящее время интерес расширился на полное множество задач управления различных форматов коммерческой недвижимости.

Основоположником математической постановки задачи оценивания привлекательности торговой недвижимости, сформулированной в 1963 году [41], следует считать Д.Л. Хаффа (David L. Huff).

Модель, получившая название автора, широко используется в настоящее время. В обзоре [40] упоминается около 20 исследователей, использующих модель Хаффа. Первая работа Хаффа «A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas» [41] активно цитируется в зарубежной литературе. По данным базы цитирования Scopus на момент написания статьи эта работа была процитирована 169 раз только в изданиях, проиндексированных в указанной базе. Так, например, в работе [38] с использованием в основе модели Хаффа определяется размещение «удобств» – магазинов в городе путем построения линий «изо-бенефит» и психо-экономических расстояний; в работе [53] модель Хаффа используется для определения средней цены, по которой следует продавать товар, чтобы оставаться конкурентоспособными и при этом не терять прибыли.

Стоит отметить также, что модель Хаффа начала носить междисциплинарный характер: – ее используют для определения внешних и внутренних факторов управления супермаркетами [37, 47, 53], определения местоположения учреждений здравоохранения [44] и школьного и дошкольного образования [45], оценки городских зеленых насаждений [51], в качестве помощи в расследованиях пищевых отравлений [39], для решения задачи

маршрутизации транспортных средств в городском пространстве [52], для тралового промысла и распределения рыбных продуктов [50], для имитационного моделирования поведения пациента при выборе учреждения здравоохранения [42] и т.д.

Модель Хаффа основана на гипотезе о зависимости привлекательности объекта торговой недвижимости, прямо пропорциональной размеру объекта и обратно пропорциональной расстоянию между потребителем и объектом недвижимости или времени, затрачиваемому на корреспонденцию от места жительства до объекта недвижимости:

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

где i – порядковый номер покупателя (под i -м потребителем подразумевается потребитель, расположенный в точке i); 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 j -го объекта недвижимости; T_{ij} (от англ. Time) – время, затрачиваемое i -м потребителем на дорогу до j -го объекта недвижимости; $\lambda \in [0; 1]$ – параметр, отражающий эффект влияния разных типов объектов на воспринимаемые временные затраты (данный параметр находится эмпирически); $\{\}$ – численное значение параметра.

Следует отметить, что модель Хаффа в оригинале записана без фигурных скобок, что математически не корректно, поскольку используется время корреспонденции в дробной степени λ , что нарушает размерность оценки привлекательности.

Несмотря на то, что параметр λ отражает эффект влияния разных типов объектов на воспринимаемые временные затраты, в работе [28] эмпирически показано, что значение λ зависит от самого времени корреспонденции. Полученные в [28] данные для расчета значений параметра λ позволили выделить три пешеходно-транспортные зоны объекта коммерческой недвижимости и соответствующие им параметры λ : для первой зоны

(от 45 до 80 мин.¹) $\lambda = 0$; для второй (от 80 до 160 мин.) $\lambda = 0,5$; для третьей (свыше 160 мин.) $\lambda = 1$.

Модель Хаффа (1) ошибочно [40] относят к классу гравитационных моделей, первая из которых была предложена американским экономистом Уильямом Рейли (William Reilly) в 1931 году [46].

Модель Рейли позволяет определить пространственное положение потребителя, в котором альтернативные торговые центры являются для потребителя одинаково привлекательными при допущении, что точка безразличия определяется с учетом расстояния между торговыми центрами и их размерами:

$$(2) \quad d_{xj} = \frac{d_{ij}}{1 + \sqrt{P_i/P_j}},$$

где d_{xj} – «точка безразличия» на расстоянии x_j от меньшего из двух центров; d_{ij} – общее расстояние между двумя центрами; P_i – размер большего центра; P_j – размер меньшего центра.

Хотя модель Хаффа (1) можно рассматривать как частный случай закона розничной гравитации Рейли (2), по мнению самого Хаффа [40] «ее концептуальный фундамент вовсе не соответствует гравитационной модели; ее, скорее, можно отнести к семейству моделей, предназначенных для описания вероятности выбора» (от англ. probabilistic choice behavior), первая из которых была предложена американским экономистом Данканом Люче (Dr. R. Duncan Luce) в 1959 году [43] и основана на предложенной им аксиоме выбора (от англ. choice axiom). Суть аксиомы «независимости от посторонних альтернатив» заключается в том, что вероятность выбора одного элемента над другими из числа многих элементов не зависит от наличия или отсутствия других элементов в множестве. В таком случае альтернативы образуют полную группу событий и вероятность выбора индивидуумом конкретной альтернативы определяется как отношение ее «веса» к сумме весов всех альтернатив:

¹ Здесь и далее указано время, затрачиваемое при передвижении пешком.

$$(3) \quad P(i) = \frac{\omega_i}{\sum_j \omega_j},$$

где ω – вес (мера) конкретной альтернативы.

В своей модели Хафф предложил в качестве веса торговой недвижимости использовать оценку её потребительской привлекательности, а оценивать потребительскую привлекательность согласно выражению (1).

Модели Хаффа (1) и Рейли (2), учитывающие только размер объекта и степень его удалённости от потребителей (расстояние или время), в силу их простоты получили широкую популярность и активно используются по сей день. Однако потребность в более глубоком изучении объектов коммерческой недвижимости может быть удовлетворена только с помощью инструментов многофакторного анализа. В связи с чем возникает потребность в модификации этих моделей, в первую очередь Хаффа как модели, получившей наибольшую известность.

Для различных потребительских групп отношение к одним и тем же параметрам может отличаться, например, размер паркинга является существенным фактором для потребителей, пользующихся личным транспортом, и не существенным для потребителей, пользующихся общественным транспортом. Индивидуальное или коллективное отношение потребителей к объекту коммерческой недвижимости и его параметрам может быть формализовано с помощью различных механизмов комплексного оценивания, которые будут описывать предпочтения потребительских групп. Поэтому модель (1) предложено [27, 30, 49] модифицировать путем расширения перечня существенных факторов, подлежащих приведению их к единой квалиметрической шкале, необходимой для выполнения процедур комплексного оценивания. Свертку параметров объекта коммерческой недвижимости, являющихся существенными факторами, важными для потребителей, предлагается интерпретировать как «Качество объекта недвижимости». Включать фактор времени в свертку не целесообразно, поскольку этот фактор относится не к объекту недвижимости, а индивидуален для каждого потребителя.

В работе [7] помимо введения агрегированного показателя качества объекта недвижимости предлагался ввод дополнительного параметра α , отражающего влияние разных типов (форматов) объектов недвижимости на их привлекательность:

$$(4) \quad A_{ij} = \alpha \times \frac{Q_j}{T_{ij}^\lambda},$$

где Q_j (от англ. Quality) – качество объекта недвижимости.

Главным отличием предлагаемой модели (4) от оригинальной (1) является ее универсальность по отношению к типу и формату коммерческой недвижимости. Введенная авторами свертка Q , описывающая качество объекта коммерческой недвижимости, является функцией многих переменных, набор которых и вид функциональной зависимости индивидуален для каждого типа коммерческой недвижимости. В таком случае модель (1), традиционно применяемая для оценки потребительской привлекательности торговой недвижимости, является частным случаем выражения (4).

Более того, оригинальная модель (1) чаще применяется для решения задачи выбора местоположения строительства нового объекта коммерческой недвижимости, а предлагаемая модель (4) может применяться также на этапе разработки концепции объекта с требуемыми параметрами качества и этапе эксплуатации и управления существующими объектами.

В данной работе в качестве объектов коммерческой недвижимости будут рассматриваться торгово-развлекательные комплексы (далее – ТРК). Поэтому параметр α , отражающий влияние различных типов объектов недвижимости на их привлекательность, в нашем случае будет одинаковым и при вычислениях вероятности выбора потребителем объекта коммерческой недвижимости – сократится, согласно (3).

С учетом предложенных изменений для целей настоящего исследования, посвященного единому формату коммерческой недвижимости, модель оценивания потребительской привлекательности принимает вид:

$$(5) \quad A_{ij} = \frac{\{Q_j\}}{\{T_{ij}\}^\lambda},$$

При исследовании различных форматов объектов коммерческой недвижимости оснований для сокращения параметра α не будет.

Описанные выше предложения модификации модели Хаффа для современных условий и ее корректность обсуждались авторами в работах [7, 49] и на различных мероприятиях [24, 25, 48], где получили положительные отзывы.

На оценку потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости существенное влияние оказывает время корреспонденции потребителей от места проживания до объекта. Выше было отмечено существование трех пешеходно-транспортных зон относительно объектов коммерческой недвижимости и приведены соответствующие им параметры λ . На пересечении этих зон, в зависимости от расположения исследуемых объектов коммерческой недвижимости, можно выделить несколько секторов (рис. 1).

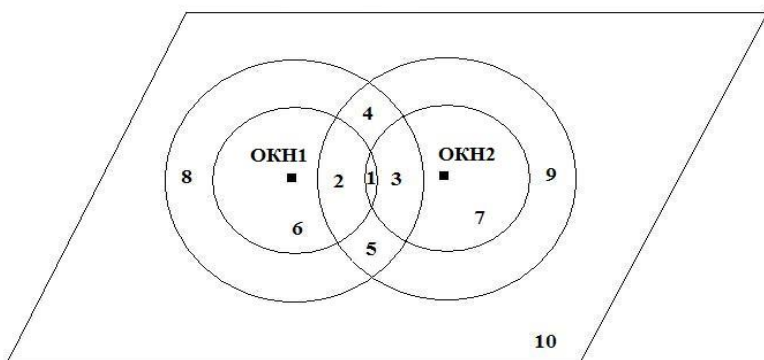


Рис. 1. Выделение секторов на примере двух ОКН

В каждом секторе на потребителей по-разному влияет время корреспонденции до конкретного объекта недвижимости, что выражается в различных значениях λ (таблица 1) и результирующей оценке потребительской привлекательности.

Оценивание потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости осуществляется для потребителей, проживающих в каждом секторе отдельно, используя выражение (5).

Таблица 1. Распределение параметров λ по секторам на примере двух объектов коммерческой недвижимости

№ сектора	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_{1\text{ОКН}}$	0	0	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	1	1
$\lambda_{2\text{ОКН}}$	0	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	1

Согласно (3), вычислив привлекательность объекта, а также привлекательности других объектов-конкурентов, можно определить вероятность того, что покупатели могут быть привлечены в исследуемый объект:

$$(6) \quad P_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{j=1}^J A_{ij}}.$$

Зная количество жителей в каждом секторе, можно вычислить количество ожидаемых посетителей (n_j) по формуле

$$(7) \quad n_j = \sum_{k=1}^K (P_{ij}^k \cdot N_k),$$

где P_{ij}^k – вероятность посещения i -м посетителем из k -го сектора j -го объекта недвижимости; N_k – количество жителей k -го сектора; K – количество секторов, $K = 10$ для рассматриваемого примера с двумя ОКН (см. рис. 1).

В общем случае качество объекта коммерческой недвижимости Q зависит от нескольких характеристик x_l , являющихся гетерогенными по отношению друг другу, в связи с чем свертка $Q(x_1, \dots, x_n)$ возможна только с использованием механизмов комплексного оценивания [7].

В качестве возможных подходов к решению задачи комплексного оценивания могут выступать квалиметрические модели комплексного оценивания [1, 13], методы, разработанные в теории важности критериев [20], или известный в теории активных систем [9] матричный механизм комплексного оценивания, основанный на деревьях целей (критериев) и бинарных матриц свертки частных критериев [10, 12, 14, 31–33]. Данный

перечень предполагаемых методов решения задачи комплексного оценивания был предложен в работе [7]. В статье [26] приводятся результаты комплексного оценивания торгово-развлекательных комплексов с помощью матричных механизмов комплексного оценивания. Сравнительный анализ результатов, полученных с помощью матричных механизмов комплексного оценивания и взвешенных методов, используемых в квалиметрии, был проведен авторами в работе [30] и показал эффективность обоих подходов.

Как и в работах других исследователей, посвященных оценке потребительской привлекательности коммерческой недвижимости, в указанных выше работах авторов задача управления коммерческой недвижимостью не рассматривалась. Впервые задача управления объектом коммерческой недвижимости на примере торгово-развлекательного комплекса с учетом потребительских предпочтений, учет которых предлагалось осуществлять с помощью механизма комплексного оценивания, сформулирована в работе [27], где в качестве целевой функции выступало изменение стоимости объекта коммерческой недвижимости:

$$(8) \quad \frac{\Delta V}{V_0} = (1 - \alpha) \sum_{t=1}^T \frac{\Delta n_t}{n_{t0}} \frac{S_t}{S} \cdot 100\%,$$

где V_0 – стоимость объекта коммерческой недвижимости; ΔV – ее изменение стоимости с учетом управления; α – доля операционных расходов на обслуживание и поддержание объекта недвижимости в надлежащем состоянии от потенциального валового дохода; S_t – площадь торгового (развлекательного) помещения t ; S – сумма всех торговых (развлекательных) площадей; n_{t0} – посещаемость торговой (развлекательной) точки t ; Δn_t – изменение посещаемости торговой (развлекательной) точки t с учетом управления коммерческой недвижимостью; T – число торговых (развлекательных) помещений в объекте недвижимости.

В работе [29] в задаче управления j -м объектом коммерческой недвижимости предложена иная целевая функция:

$$(9) \quad \Pr_j(x_{lj}) = \sum_{k=1}^K \left(\frac{\alpha \frac{Q_j(x_{lj})}{T_{ij}^{\lambda(k)}}}{\sum_{j=1}^J \alpha \frac{Q_j(x_{lj})}{T_{ij}^{\lambda(k)}}} \cdot N_k \right) \cdot AR - TFC(x_{lj}) - TVC(x_{lj}),$$

где AR – средний чек; x_l – показатели, характеризующие состояние контролируемых параметров $l \in L$ объекта коммерческой недвижимости; TFC – общие постоянные затраты. Общие переменные затраты (TVC) определяют состояние объекта, т.е. его качество $Q_j(x_{lj})$ и потребительскую привлекательность $A_{ij}(Q_j(x_{lj}), T_{ij}, \lambda(k))$.

Задачи управления формулируются как задачи оптимизации с целевой функцией (8) или (9) и бюджетным ограничением на управление:

$$(10) \quad TFC(x_{lj}) - TVC(x_{lj}) \leq B_j,$$

и ограничением на множество допустимых значений контролируемых параметров $x_{lj} \in X^l \subset R^l$.

Данные задачи управления не противоречат друг другу и содержательно интерпретируются так: найти такое допустимое состояние контролируемых параметров x_{lj} объекта недвижимости, чтобы получить максимальный прирост стоимости (8) или максимальную прибыль (9) при соблюдении бюджетного ограничения (10).

Согласованность задач управления (8), (10) и (9), (10) вытекает из соотношения метода прямой капитализации, согласно которому стоимость недвижимости определяется как отношение чистого операционного дохода (данный термин принят в оценочной деятельности и по сути близок к понятию прибыли, поскольку определяется как доход за вычетом потерь, операционных расходов, страховых взносов и налогов) к ставке капитализации. При неизменном значении ставки капитализации максимизация прибыли будет приводить к максимизации стоимости объекта недвижимости.

Стоит признать, что в (9) вычисляется совокупная прибыль всех торговых и развлекательных точек ОКН, и поскольку в практике управления коммерческой недвижимостью распро-

странена форма взаимодействия между управляющей компанией и арендаторами в виде фиксированной арендной ставки и процента с продаж арендаторов, управляющая компания явным образом заинтересована в увеличении прибыли арендаторов, так как это увеличивает чистый операционный доход объекта коммерческой недвижимости и его стоимость.

В работе [29] помимо новой постановки задачи управления (9), (10) была показана технология графоаналитического поиска ее решения (см. раздел 4.3).

3. Цель работы

Целью данной работы является обобщение ранних [27, 30, 49] и еще неопубликованных результатов авторов в виде технологии управления объектом коммерческой недвижимости с учетом потребительских предпочтений.

Стоит отметить, что в работе будут учтены потребительские предпочтения жителей города Перми, поскольку они являлись респондентами маркетингового исследования, и для внедрения данной технологии в других городах потребуются дополнительные исследования. Далее в работе будут приведены примеры, где в качестве исследуемого формата коммерческой недвижимости были выбраны торгово-развлекательные комплексы.

4. Технология управления объектом коммерческой недвижимости

Технологию управления объектом коммерческой недвижимости (рис. 2б), предлагается строить на основе технологии управления организационными системами (рис. 2а).

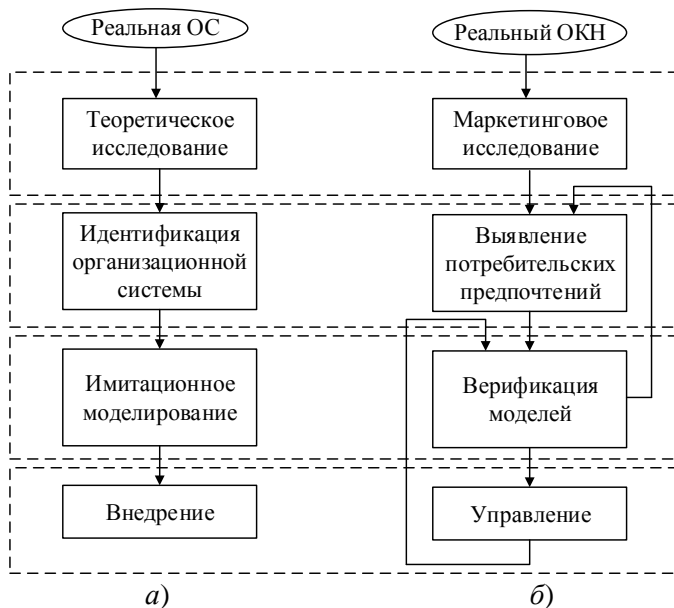


Рис. 2. а) Агрегированная технология управления организационными системами (выполнена на основе [18], стр. 41); б) предлагаемая технология управления объектами коммерческой недвижимости

Под организационной системой в данном исследовании понимается мультиагентная социально-экономическая система (рис. 3), состоящая из собственника или группы собственников, управляющей компании (далее – управляющего), арендаторов и потребителей, местом пересечения интересов которых является объект коммерческой недвижимости (ОКН). Субъектом управления являются управляющий и арендаторы, чьи управленческие решения влияют на посещаемость ОКН потребителями и результаты деятельности субъектов. Таким образом, реальный ОКН является средой для осуществления экономической деятельности в исследуемой системе и является объектом управления.

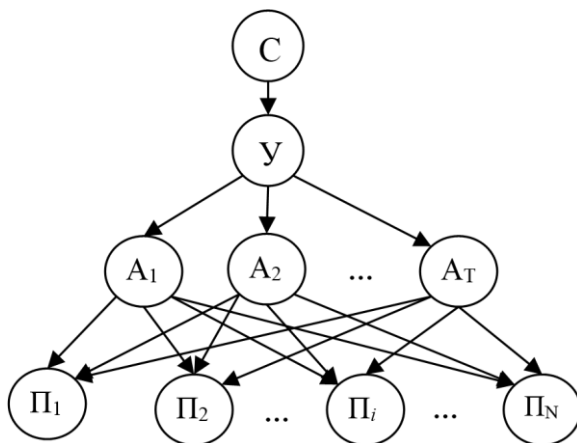


Рис. 3. Схема взаимосвязи участников моделируемой социально-экономической системы. Примечание: С – собственник; У – управляющий; А – арендаторы торговых (развлекательных, офисных и др.) помещений; П – потребители

Проведенные ранее авторами теоретические исследования применимости модели Хаффа и эффективности ее модификации в задаче управления ОКН были рассмотрены в параграфе 2 настоящей статьи. Для решения частных задач управления реальными объектами необходимо дополнительное проведение маркетингового исследования с целью сбора данных о внутреннем и внешнем окружении объекта управления, в том числе опросов потребителей, для анализа мнений которых могут применяться стандартные инструментальные средства обработки статистических данных. Информация о внешнем окружении ОКН, в том числе выделение пешеходно-транспортных зон и образующихся на их пересечении секторов, может быть выполнено с использованием геоинформационных систем (ГИС).

Применительно к технологии управления ОКН процесс идентификации организационной системы представляет собой выявление потребительских предпочтений. Способом формализации моделей потребительских предпочтений является определение параметров механизма комплексного оценивания, напри-

мер, взвешенных коэффициентов [30] или структуры дерева целей и матриц свертки [26]. Используя механизмы комплексного оценивания возможна свертка критериев, характеризующих ОКН с различных позиций, в общую комплексную оценку – качество ОКН (Q), на основе которой вычисляются оценки потребительской привлекательности (5) и вероятность выбора потребителем ОКН (6).

При управлении в социальных и экономических системах, в том числе организационных, эффективным методом исследования является моделирование (математическое и игровое имитационное). Игровое моделирование является способом экспериментального исследования и используется в поведенческой (экспериментальной) экономике, экспериментальной теории игр, дизайне механизмов и др. Прототипом верифицируемой на данном этапе модели является процесс посещения потребителями ОКН, на который влияют управленческие решения, принимаемые субъектами управления, и, безусловно, потребительские предпочтения, идентифицируемые на предыдущем этапе.

Верификация математической модели осуществляется путем сравнения результатов математического моделирования с данными реальных наблюдений о посещении ОКН, и на основе их процентного совпадения строится заключение об адекватности математической модели текущей ситуации. На случай неудовлетворения точности заданному критерию предусмотрена обратная связь с предыдущим этапом (см. рис. 2, б), в ходе которого корректируется модель оценки потребительской привлекательности ОКН (корректировке подлежат параметры модели оценки качества ОКН).

В случае признания модели адекватной, можно осуществлять сценарное моделирование и прогнозирование, в том числе игровое имитационное моделирование, в ходе которого люди выполняют роли субъектов управления и активно влияют на состояние ОКН, пытаясь сделать его более привлекательным для потенциальных потребителей. В ходе деловых игр могут разрабатываться проекты управленческих решений, эффективность которых может быть проверена в ходе сценарного моделирования «что будет..., если...». Окончательный выбор и

утверждение управленческого решения осуществляет управляющий ОКН.

Поиск управления можно осуществлять методом анализа чувствительности выбранного показателя эффективности к изменению контролируемых параметров. Показателями эффективности принимаемых управленческих решений могут быть качество объекта коммерческой недвижимости, его потребительская привлекательность, количество дополнительно привлеченных посетителей, выручка или прибыль торговых и развлекательных точек, а критерием эффективности максимизация указанных показателей [29]. Подробнее о возможностях метода анализа чувствительности см. параграф 4.3 настоящей статьи.

Результаты выполненных ранее исследований [26, 27, 30] показывают, что описанные математические методы и инструментальные средства можно эффективно применять для оценивания потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости и они могут служить инструментальным базисом системы поддержки принятия решений в задачах управления коммерческой недвижимостью.

На случай изменения внешней среды ОКН, например, появления объекта-конкурента, изменения потребительских предпочтений, предусмотрены обратные связи с этапами верификации математической модели и идентификацией потребительских предпочтений.

Анализ описанных процессов и исследуемых механизмов комплексного оценивания качества ОКН, моделей оценки их потребительской привлекательности, методов управления позволил представить технологию управления объектом коммерческой недвижимости (см. рис. 2) в виде функциональной модели управления, выполненной с помощью нотации IDEF0 (рис. 4), как совокупность процессов и методов.

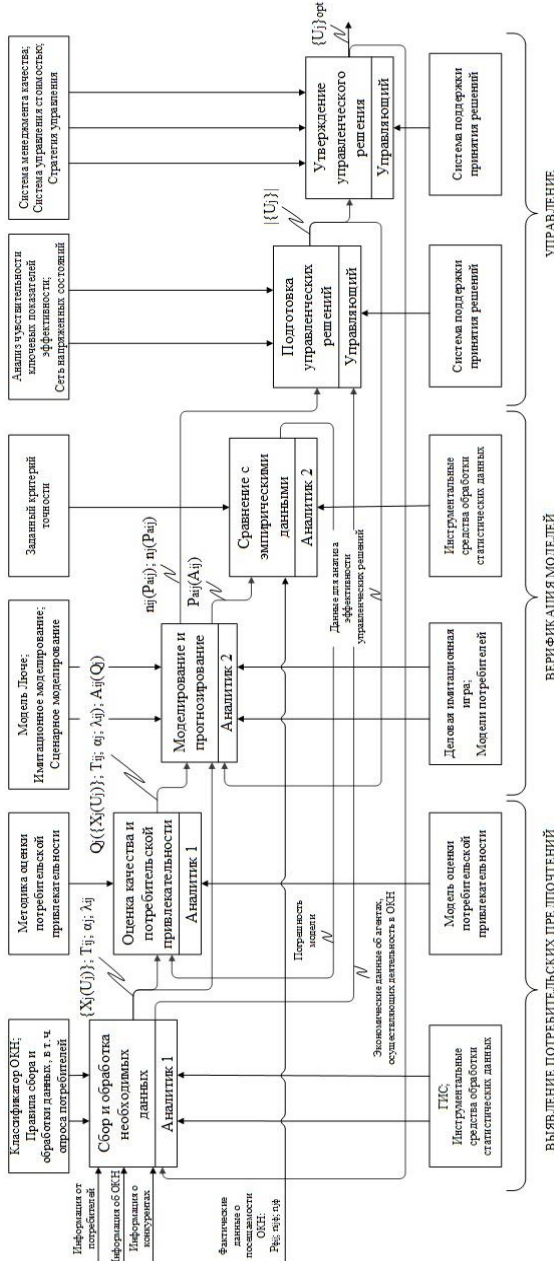


Рис. 4. Функциональная модель технологии управления объектом коммерческой недвижимости, выполненная в нотации IDEF0

Примечание: $\{X_j\}$ – вектор свойств о состоянии j -го объекта коммерческой недвижимости; $\{U_j\}$ – проект управленческого решения для j -го объекта; $\{U_j\}^{opt}$ – оптимальное (рациональное) управленческое решение, принимаемое для j -го объекта; Q_j – качество j -го объекта; T_{ij} – время, затрачиваемое i -м потребителем на дорогу до j -го объекта; A_{ij} – привлекательность j -го объекта для i -го потребителя; P_{ij} – вероятность посещения i -м потребителем j -го объекта (P_{ij} – аналитическое, P_{ij} – репроецированное, полученное с использованием фактических данных о посещениях); n_{ij} , η_{ij} – количество посетителей j -го объекта и торговой точки k в объекте j ; λ_{ij} – параметр, отражающий нахождение i -го потребителя в одной из пешеходно-транспортных зон j -го объекта; a_j – параметр, отражающий влияние

Предлагаемая технология управления ОКН подразумевает наличие следующих ролей:

Аналитик 1 – аналитик-маркетолог, занимающийся анализом внешней и внутренней среды объекта коммерческой недвижимости, включающим опрос мнений посетителей;

Аналитик 2 – аналитик, занимающийся анализом последствий принимаемых управленческих решений и возможных сценариев развития внешней среды;

Управляющий – лицо, занимающееся подготовкой проектов управленческих решений и принимающее окончательное решение.

Дальнейшую структуру работы определили выделенные этапы и роли участников процесса управления ОКН, а содержание разделов параграфа 4 отражает математические и инструментальные методы, которые предлагается применять соответствующим участникам процесса управления.

4.1. ВЫЯВЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

4.1.1. СБОР И ОБРАБОТКА НЕОБХОДИМЫХ ДАННЫХ

На данном этапе осуществляется сбор данных о существующих арендаторах исследуемых объектов коммерческой недвижимости. Важным элементом является определение существенных факторов, влияющих на привлекательность объекта для потребителей и которые должна учитывать модель комплексного оценивания качества ОКН. Для обеспечения данного требования необходимо проводить опрос потребителей, в ходе которого респондентами определяются факторы, влияющие на их выбор в пользу посещения того или иного ОКН. Так, для жителей г. Перми наиболее существенными факторами являются восемь частных критериев: площадь; эстетический вид; транспортная доступность; акции и скидки; мероприятия; ассортимент; наличие брендов; качество товаров [23].

Для опроса потребителей предлагается использовать 10-балльную шкалу, потому что многие социологические опросы проводятся с помощью данной шкалы, что удобно для респондентов и не требует детальной интерпретации градаций шкалы.

Набор полученных в ходе опроса оценок необходимо проверить с помощью инструментальных средств статистического анализа. Пример результатов опроса доступны на [21], а результаты обработки доступны в [26].

Стоит отметить, что применительно к любому другому формату недвижимости или городу социологическое исследование будет являться обязательным элементом процесса разработки и исследования модели оценивания качества объектов коммерческой недвижимости.

4.1.2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОКН

Матричная модель комплексного оценивания

В связи с тем, что набор частных критериев в виде списка существенных для потребителей факторов определяется в ходе маркетингового исследования, структура дерева критериев определяется путем их последовательного попарного агрегирования. Пример дерева критериев для оценки качества ТРК был приведен в [30] (рис. 5).

Возможность построения дерева критериев путём агрегирования набора фиксированных частных критериев в интегральную обобщенную оценку исследовалась в работах [31, 32]. Там же исследовалась возможность построения дерева критериев путем декомпозиции общей цели, а также сочетания этих подходов.

Для выявления предпочтений и формализации мнений потребителей о влиянии тех или иных факторов (критериев) на их выбор ОКН в виде логических высказываний «если ..., то ...» целесообразно использовать шкалу {1; 2; 3; 4}, базовая интерпретация которой 1 – «неудовлетворительное», 2 – «удовлетворительное», 3 – «хорошее» и 4 – «отличное» состояние критерия. Хотя в некоторых работах, например, [12], используется шкала {1, 2, 3}, в других, например, [19] – {1, 2, 3, 4, 5}.

Матричный механизм комплексного оценивания требует перевода полученных значений, описывающих состояние критериев исследуемых торгово-развлекательных комплексов, в шкалу [1; 4]. Поскольку применение нечеткой процедуры комплексного оценивания позволяет работать с непрерывной шка-

лой [1; 4], перевод значений, принадлежащих шкале [1; 10], не приведет к «огрублению» мнений респондентов.

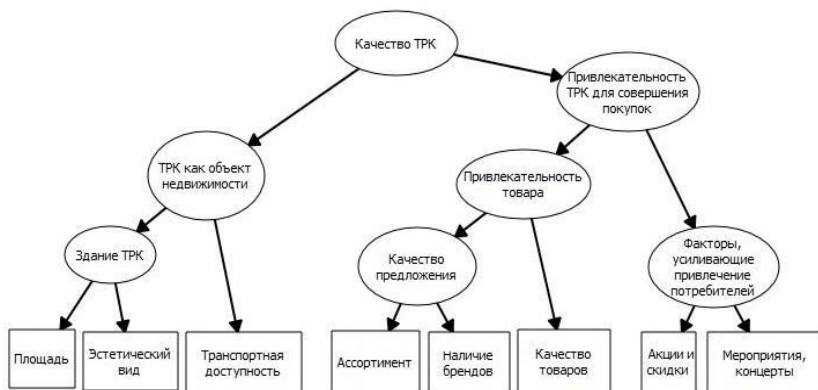


Рис. 5. Структура модели комплексного оценивания качества ТРК, источник [30]

Приведем пример линейных функций приведения. Для монотонно-возрастающих уравнение имеет следующий вид:

$$(11) X_i = 3 \cdot (x_i - x_{i\min}) / (x_{i\max} - x_{i\min}) + 1,$$

для монотонно-убывающих уравнение имеет следующий вид:

$$(12) X_i = 3 \cdot (x_{i\max} - x_i) / (x_{i\max} - x_{i\min}) + 1.$$

На рис. 6 представлен пример матричной модели комплексного оценивания качества ТРК. Для группового определения элементов матриц свертки, например, для выявления предпочтений различных социальных групп, может быть использован подход, описанный в работе [6].

Дискретные матричные свертки могут быть интерполированы с помощью специальной функции [8], процедуры нечеткого комплексного оценивания с максиминными [31, 32] или аддитивно-мультипликативными [5] операциями пересечения и объединения нечетких множеств или специальной функцией интерполяции (13) [4], эквивалентной последнему нечеткому подходу. Интерполяция позволяет сделать модель оценивания качества ОКН непрерывной.

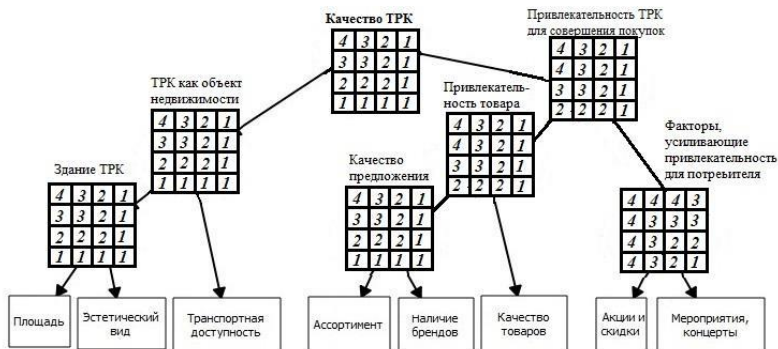


Рис. 6. Матричная модель комплексного оценивания качества ТРК, источник [30]. Примечание. Строки матрицы свертки соответствуют дискретным оценкам, описывающим состояние лево-входящего критерия, столбцы – право-входящего. Начало координат расположено в нижнем правом углу матрицы свертки

$$(13) \quad X(X_1, X_2) = j_6 + (j_8 - j_6) \cdot x_1 + (j_7 - j_6) \cdot x_2 + (j_9 + j_6 - j_8 - j_7) \cdot x_1 \cdot x_2,$$

где x_l – остаток деления по модулю аргумента свертки $X_l \in [1, 4]$:

$$(14) \quad x_l = X_l \bmod 1, \quad X_l \in [1, 4], \quad x_l \in [0, 1],$$

j_6, j_7, j_8 и j_9 – элементы матрицы свертки M , определённые на пересечении следующих строк и столбцов матрицы:

$$(15) \quad j_4 = \max(\min(x_1, 4); 1),$$

$$(16) \quad j_5 = \max(\min(x_2, 4); 1),$$

$$(17) \quad j_6 = M([j_4]; [j_5]),$$

$$(18) \quad j_7 = M(\min(4; [1 + j_4]); [j_5]),$$

$$(19) \quad j_8 = M([j_4]; \min(4; [1 + j_5])),$$

$$(20) \quad j_9 = M(\min(4; [1 + j_4]); \min(4; [1 + j_5])),$$

где $[]$ – целая часть числа.

Требование к непрерывности шкал, используемых в матричных механизмах комплексного оценивания, упоминалось в

работе [16]. Там же отмечалось требование к функции свертки – ее кусочно-гладкость. Среди приведенных подходов к оцениванию условие кусочно-гладкости не выполняется только у максиминной нечеткой процедуры, однако в работе [3] был показан подход, устраняющий данный недостаток. Преимуществом нечетких процедур комплексного оценивания является возможность учета модальных суждений носителей предпочтений.

Используя программные комплексы (см., например, [22]), образующие класс программных продуктов «ДЕКОН» (аббревиатура от «Дерева комплексного оценивания объектов недвижимости»), можно оценить качество любого объекта коммерческой недвижимости по выбранным потребителями критериям. Данный программный продукт позволяет выбирать подход к комплексному оцениванию из перечисленных выше.

Квалиметрическая модель комплексного оценивания

Квалиметрические модели [1, 13] получили широкое распространение в практике комплексного оценивания. Для целей экспертизы и оценки объектов недвижимости применение квалиметрии описано в работе [17]. Результатом комплексного оценивания становится средневзвешенная оценка. Преимуществом данных методов является их простота и то, что данные методы разрабатывались специально для количественного оценивания качества.

В работе [13] приводится ряд таких оценок с рекомендациями их прикладного использования. В работе [30], где оценивалось качество ТРК, применялась геометрическая модель:

$$(21) Q = \prod_{l=1}^L Q_l^{q_l},$$

где q_l – это взвешенные коэффициенты (пример которых для ТРК приводится в [30]), сумма которых должна быть равна единице; Q_l – это значение l -й характеристики. Авторами проводилось исследование всех приведенных в [11] методов, результаты которых оказались близкими друг к другу и реальным данным о посещении ОКН.

Как и в предыдущем случае, оценки, полученные в результате опросов потребителей, должны быть приведены к исполь-

зуемой шкале, на которой определяется Q_i , в данном случае к относительной шкале $[0;1]$. Приведем пример линейных функций приведения. Для монотонно-возрастающих уравнение имеет следующий вид:

$$(22) \quad Q_i = (x_i - x_{i\min}) / (x_{i\max} - x_{i\min}),$$

для монотонно-убывающих уравнение имеет следующий вид:

$$(23) \quad Q_i = (x_{i\max} - x_i) / (x_{i\max} - x_{i\min}).$$

Результаты теоретических исследований показали [30], что модифицированная модель оценки потребительской привлекательности (5), в которой качество ОКН определялось с помощью как матричных (13), так и квалиметрической (21) моделей, дает результаты прогнозирования посещаемости более близкие к реальным данным, чем оригинальная модель Хаффа (1). При этом на точность прогнозирования выбор подхода к комплексному оцениванию влияет не существенно.

Преимуществом квалиметрических методов комплексного оценивания является их простота, что подтверждается применением их в прикладных исследованиях. Так, например, в [15] используется линейная свертка:

$$(24) \quad Q = \sum_{i=1}^L q_i \cdot Q_i.$$

Преимущество матричных механизмов комплексного оценивания заключается в возможности формализации логических правил, по которым осуществляется свертка набора частных критериев в комплексную оценку, используя мнение потребителей. Это позволяет учесть мнения потребителей при моделировании и прогнозировании посещаемости объектов коммерческой недвижимости.

4.2. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ

4.2.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Для различных потребительских групп отношение к одним и тем же параметрам привлекательности объекта коммерческой недвижимости может отличаться: например, размер паркинга является существенным фактором для потребителей, пользую-

щихся личным транспортом, и не существенным для потребителей, пользующихся общественным транспортом. Индивидуальное или коллективное отношение потребителей к объекту коммерческой недвижимости и его параметрам может быть формализовано с помощью механизмов комплексного оценивания (см. раздел 4.1), которые будут описывать предпочтения потребительских групп. Наличие непрерывного комплексного показателя позволяет ранжировать любые объекты на всем множестве их представления и определять степень преимущества (недостатка) некоторого объекта перед другими. Это обстоятельство делает возможным описание процедуры выбора (принятия решения) носителем предпочтений и последующее имитационное моделирование его поведения в задаче выбора [2]. В работе [34] отмечается, что модель предпочтений субъекта, воспроизводящая поведение конкретного человека в задаче выбора, считается формой искусственного интеллекта, что создает предпосылки для агентного имитационного моделирования.

Моделированию и прогнозированию посещаемости объектов коммерческой недвижимости при однородных агентах посвящена работа [30]. Для имитационного моделирования поведения неоднородных агентов необходимо для каждого агента определить персонализированную границу допустимых действий. Принцип действия агента в соответствии гипотезой А. Шопенгаэура [35] о законе достаточного основания мотивации, в соответствии с которым при наступлении мотива действие выполняется с такой же неизбежностью, как и следствия физической природы, может быть сформулирован следующим образом: если альтернатива принадлежит множеству действий агента, то у агента есть основание выбрать эту альтернативу и совершить соответствующее этой альтернативе действие.

Моделирование предпочтений потребителей создаёт возможности для организации и проведения деловых имитационных игр с участием как реальных людей, так и автоматов – программных агентов или искусственных участников игры.

Организация и проведение деловых имитационных игр [36] с участием реальных людей, выполняющих некоторые профессиональные роли и действующих по определённым правилам с

заданными условиями игры целями и критериями их достижения, а также с участием программных агентов с формализованными моделями принятия решений, является эффективным способом исследования сложных социально-экономических систем. Выбор игрового имитационного моделирования обусловлен тем, что на рынке услуг по управлению коммерческой недвижимостью нельзя провести реальный эксперимент.

Игровое имитационное моделирование

Деловая имитационная игра «Управление коммерческой недвижимостью» подразумевает, что в роли управляющего и арендаторов выступают люди. Потребители в данной деловой игре реализованы через программных агентов. Программные агенты неоднородны, так как случайным образом генерируются элементы матриц (см. рис. 6), описывающих отношение агента к факторам (см. раздел 4.1.1), которые влияют на привлекательность торгового центра. Люди, принимая какие-либо управленческие решения, ориентируются на то, как их решения повлияют на поведение программных агентов.

В данной имитационной деловой игре управляющие коммерческой недвижимостью выступают в качестве управляющего субъекта. Арендаторы торговых помещений также являются участниками данной игры и выступают в качестве управляемых субъектов, которые способны активно влиять на управляющий субъект. В теории активных систем [9] и теории управления организационными системами [11] управляющий субъект называется Центром, а управляемые субъекты – активными элементами. Активные элементы обладают активностью и стремятся к достижению собственных целей. Управляющий (Центр) заинтересован в максимизации целевой функции (8) или (9). Арендаторы (активные элементы) в свою очередь заинтересованы в максимизации своей прибыли, формируемой от продажи своих товаров конечным потребителям за вычетом затрат и арендной платы. Общим для всех участников игры является заинтересованность в увеличении посещаемости торговых (развлекательных и др.) помещений потенциальными покупателями, поскольку увеличение посещаемости теоретически ведет к увеличению продаж арендатора. Это приводит к увеличению его выручки,

что в конечном счете ведет к увеличению его способности платить большую арендную плату управляющему (Центру).

Игрок, выступающий в роли управляющего коммерческой недвижимостью, может вкладывать деньги в продвижение торгового центра, улучшение эстетической привлекательности и на организацию развлекательных мероприятий для посетителей.

Игроки, выступающие в роли арендаторов, могут продавать товары различного качества, менять ассортимент, предлагать скидки, приобретать франшизу на брендовую продукцию, рекламируемую производителем, или вкладывать деньги в продвижение малоизвестного товара.

Игрок-управляющий сообщает информацию об арендной плате игрокам-арендаторам, которые с учетом информации о посещаемости их торговой точки, стремясь максимизировать собственную прибыль, принимают управленческое решение о том, какую продукцию они будут продавать, в каком ассортименте, по какой цене, с какой скидкой, и сколько они будут тратить денег на рекламу торговой точки. Эту информацию игроки-арендаторы сообщают модератору. Модератор запрашивает у управляющего, сколько он планирует вкладывать денег в продвижение всего торгового центра, в улучшение эстетической привлекательности и на организацию развлекательных мероприятий для посетителей.

Модератор игры, используя модель оценивания потребительской привлекательности (5), вычисляет вероятность выбора потребителями каждой торговой точки (6). Далее, умножая вероятности на число потребителей, проживающих в различных секторах, образованных пересечением пешеходно-транспортных зон ОКН (см. рис. 1, таблицу 1), модератор определяет ожидаемое число посетителей (7). Информация об общем количестве ожидаемых посетителей сообщается управляющему коммерческому недвижимости, который с учетом этой информации корректирует или оставляет арендные платежи без изменений. Персонализированная информация о количестве ожидаемых посетителей конкретной торговой (развлекательной и др.) точки сообщается каждому игроку-арендатору, и с учетом этого они планируют свою коммерческую деятельность на следующий ход.

4.2.2. СРАВНЕНИЕ С ЭМПИРИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

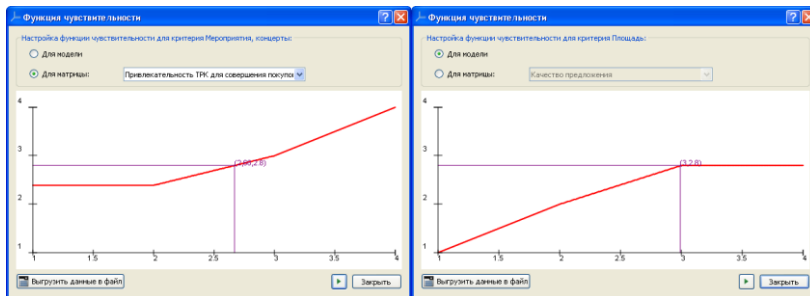
Сравнение результатов математического и игрового моделирования осуществляется с целью верификации моделей, с помощью которых осуществляется поиск управленческих решений. Стоит отметить, что в результате управления состояние ОКН меняется, и в этом случае необходимо сравнивать не только текущую посещаемость, но и увеличенный приток посетителей в результате управления с ожидаемым количеством по модели (см. рис. 2, б – обратная связь между этапами управления и верификации моделей).

4.3. УПРАВЛЕНИЕ

4.3.1. ПОДГОТОВКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Одним из способов исследования эффективности принимаемых управленческих решений является анализ чувствительности комплексной оценки к изменению состояния частного критерия. В случае анализа чувствительности матричных механизмов комплексного оценивания [31, 32] функции чувствительности нелинейные и кусочно-гладкие, потому что важность факторов зависит от области определения; в качественных механизмах функции чувствительности гладкие. Функциональные возможности программного комплекса [22] позволяют строить функции чувствительности комплексной оценки к изменению состояния частного критерия, что служит инструментальным базисом системы поддержки принимаемых решений.

Построив функции чувствительности, можно определить перспективное направление для улучшения качества ОКН (рис. 7, а) и критические направления, которые характеризуются тем, что отсутствие управления будет приводить к пассивному ухудшению состояния частного критерия и, соответственно, качества ОКН (рис. 7, б).



а)

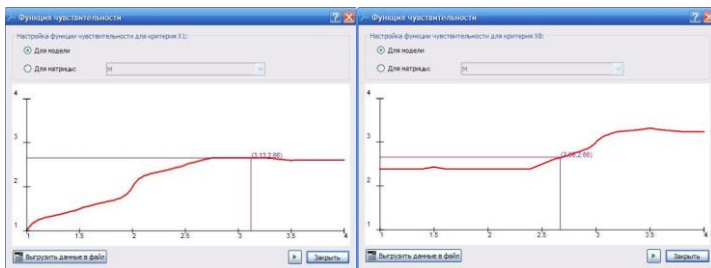
б)

Рис. 7. Пример функций чувствительности, показывающих:
 а) перспективное направление; б) критическое направление
 развития ТРК

В практике управления недвижимостью выделяют такое понятие как излишняя полезность, когда улучшение отдельного критерия не приводит к эффекту в улучшение объекта недвижимости (рис. 7, б). В результате затраты на улучшение частного критерия следует считать неэффективными, а имеющийся износ по данному критерию неустранимым, поскольку экономически нецелесообразно его устранение.

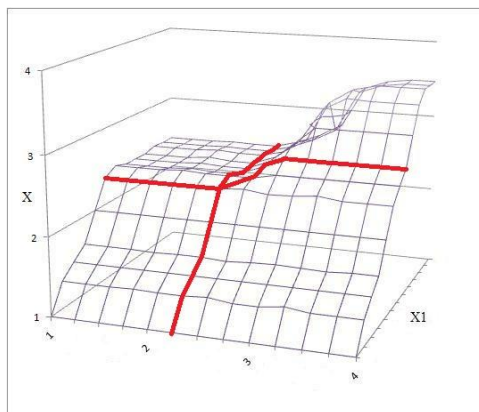
С помощью анализа чувствительности может быть идентифицировано не только такое известное явление как излишняя полезность, но и скрытая полезность (рис. 8).

Признаком скрытой полезности является ситуация, при которой отдельное улучшение частных критериев не приводит к эффекту в улучшение качества ОКН (см. рис. 8, а) или имеет ограниченный эффект (см. рис. 8, б). Совместное же улучшение частных критериев имеет смысл и целесообразно (см. рис. 8, в). В результате накопленные ухудшения частных критериев (износы) можно считать устраняемыми совместно, хотя отдельные попытки их устранения не результативны, почему это явление и было названо авторами скрытой полезностью.



а)

б)



в)

Рис. 8. Пример функций чувствительности, показывающих скрытую полезность

Поскольку в предложенной [30] модели комплексного оценивания «Качество ТРК» входными управляемыми критериями являются как явно-управляемые, так и косвенно-управляемые факторы, целесообразно определить последовательность анализа чувствительности частных критериев. В структуре дерева критериев (см. рис. 5) по степени управляемости можно выделить три группы [29]: управляемые; косвенно-управляемые посредством взаимоотношений между управляющим объектом недвижимости с арендаторами; неуправляемые или частично-управляемые путем модернизации, реконструкции или реновации объекта недвижимости.

Исследовать чувствительность «Качества ТРК» к изменению управляемого критерия необходимо в первую очередь (рис. 9), косвенно управляемых – во вторую (рис. 10, 11) и частично-управляемых – в последнюю (рис. 12).

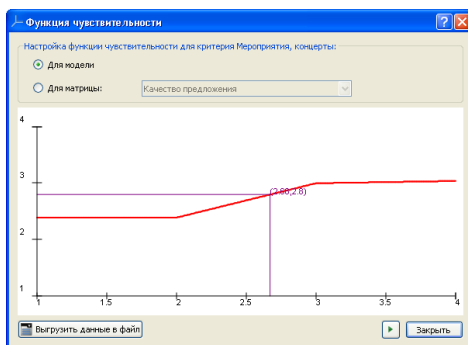


Рис. 9. Функция чувствительности «Качества ТРК» к изменению критерия «Мероприятия» на примере ТРК «Колизей»

Из рис. 9 видно, что, повысив качество проводимых мероприятий в ТРК «Колизей», можно увеличить качество данного ТРК с потребительской точки зрения и, соответственно, потребительскую привлекательность. Следует отметить, что повышать качество мероприятий выше 3,5 не целесообразно. Поскольку для оценивания частных критериев проводился социологический опрос, то при проведении новых мероприятий компании, занимающейся управлением ОКН, необходимо также проводить опросы потребителей.

Из рис. 10 и 11 видно, что качество ТРК «Колизей» можно незначительно улучшить только благодаря акциям и скидкам. Поскольку качество ТРК ведет себя неизменно по отношению к критериям, описывающим товарную составляющую, необходимо отдельно исследовать чувствительность «Качества ТРК» к нескольким переменным, однако данный анализ показывает отсутствие перспектив их совместного развития (рис. 13).

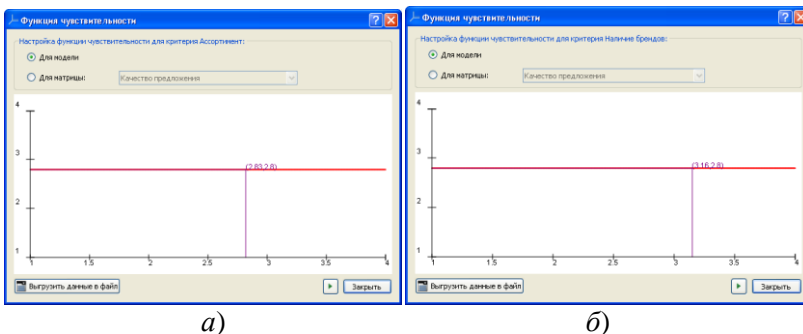


Рис. 10. Функции чувствительности «Качества ТРК» к изменению критериев а) «Ассортимент» и б) «Наличие брендов» на примере ТРК «Колизей»

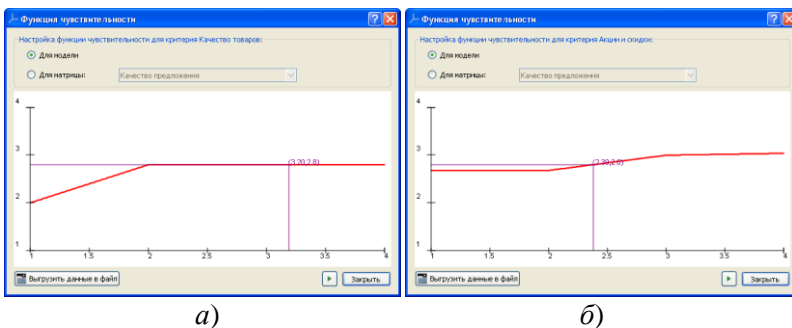
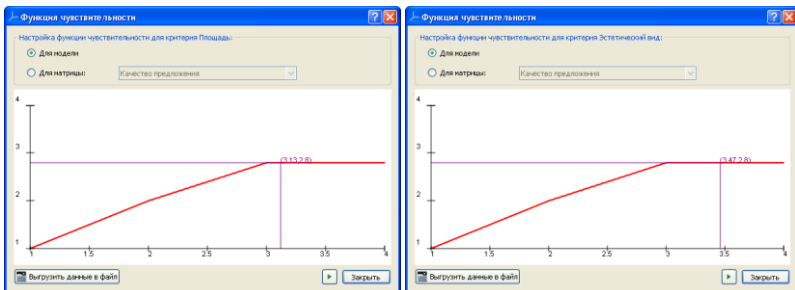


Рис. 11. Функции чувствительности «Качества ТРК» к изменению критериев а) «Качество товаров» б) «Акции и скидки» на примере ТРК «Колизей»

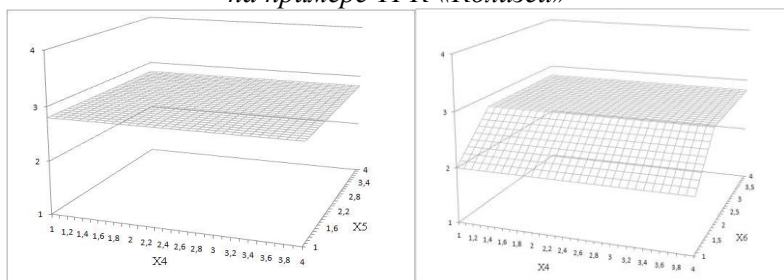
Из рис. 12 видно, что качество ТРК «Колизей» нельзя улучшить благодаря отдельному повышению исследуемых критериев. В силу того, что развитие каждого данного критерия является затратным мероприятием, то исследовать их совместное развитие не целесообразно в данном случае, поскольку развитие критерия «Мероприятия» позволяет при явно меньших затратах повысить качество ТРК и его потребительскую привлекательность (см. рис. 9).



а)

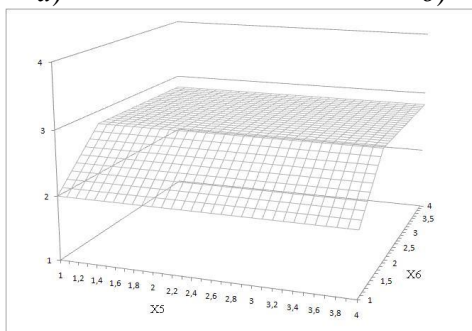
б)

Рис. 12. Функции чувствительности «Качества ТРК» к изменению критериев а) «Площадь» и б) «Эстетический вид» на примере ТРК «Колизей»



а)

б)



в)

Рис. 13. Функции чувствительности «Качества ТРК» (X) к изменению пары критериев: а) «Ассортимент» (X_4) и «Наличие брендов» (X_5); б) «Ассортимент» (X_4) и «Качество товаров» (X_6); в) «Наличие брендов» (X_5) и «Качество товаров» (X_6) на примере ТРК «Колизей»

Целью приведенных выше примеров (см. рис. 9–13) является иллюстрация возможности поиска управленческих решений с помощью анализа чувствительности. С использованием приведенного выше программного комплекса [22] возможен анализ чувствительности только комплексной оценки «Качество ОКН», вычисляемой с помощью матричного механизма комплексного оценивания. Однако в соответствии с постановкой задачи управления (9) требуется найти не только состояние, доставляющее максимум качеству ОКН, а максимум прибыли. Для этого необходимо выполнить анализ чувствительности всех показателей [29], используемых в модели.

На рис. 14 показаны функции чувствительности привлекательности (A) торгово-развлекательных комплексов, определенной по формуле (5), для потребителей, проживающих и работающих в различных секторах, образованных пересечением пешеходно-транспортных зон (см. рис. 1, таблица 1).

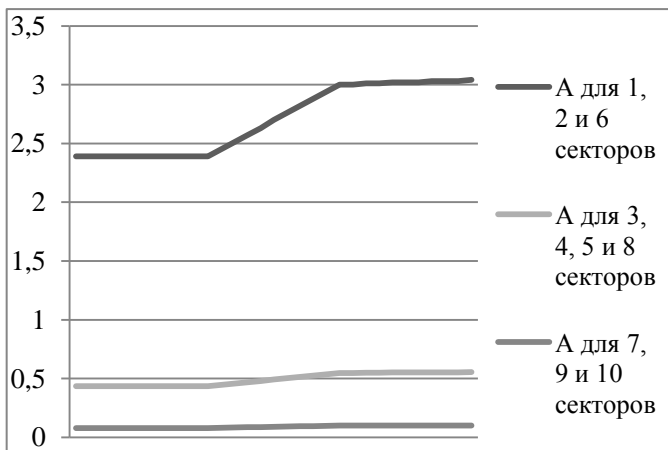


Рис. 14. Функции чувствительности привлекательности ТРК в зависимости от секторов, образованных пересечением пешеходно-транспортных зон, на примере ТРК «Коллизей» [29]

Вероятности посещения исследуемого торгово-развлекательного комплекса жителями, проживающими в раз-

личных секторах, вычислены с помощью формулы (6) и представлены ниже (рис. 15).

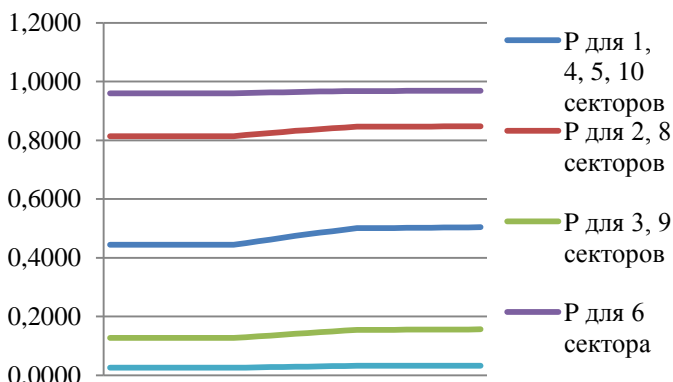


Рис. 15. Функции чувствительности вероятностей посещения потребителями ОКН в зависимости от секторов их проживания на примере ТРК «Колизей» [29]

Для определения потенциального числа покупателей (рис. 16) примем допущение о количестве лиц, проживающих в различных секторах (таблица 2) и используем выражение (7):

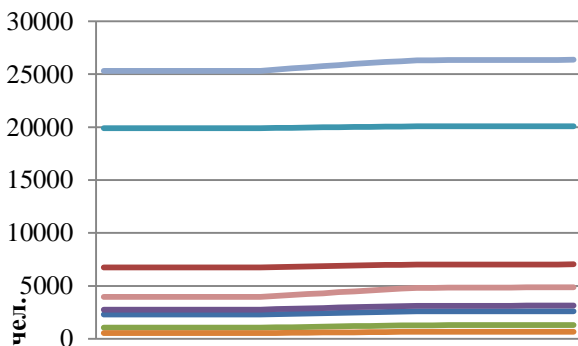


Рис. 16. Функции чувствительности, показывающие зависимость ожидаемого количества посетителей ОКН к изменению управляемого критерия в зависимости от сектора проживания посетителей, на примере ТРК «Колизей» [29]

Примечание. Ожидаемое количество посетителей из 10 сектора не включено в данный график в целях большей наглядности количества посетителей из 1–9 секторов.

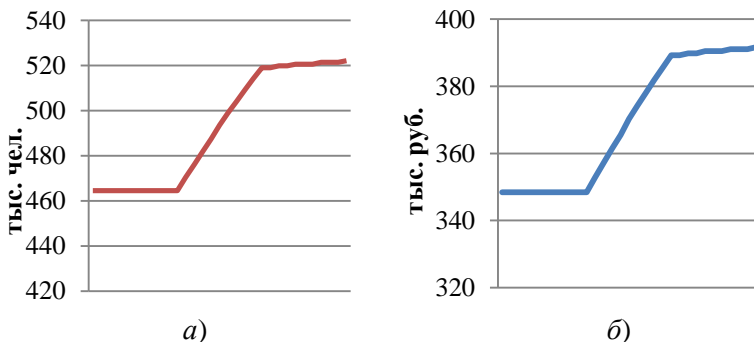


Рис. 17. Функции чувствительности, показывающая зависимость: а) ожидаемого количества посетителей ОКН к изменению управляемого критерия; б) ожидаемого дохода к изменению управляемого критерия, на примере ТРК «Коллизей»

Получив данные, приведенные на рис. 14–17, можно решить задачу (9) и определить зависимость совокупной прибыли торговых и развлекательных точек ОКН (рис. 18) от изменения управляемого критерия – качества мероприятий (X_8) – при следующих исходных данных: качество конкурирующего ОКН $Q_2 = 2,99$; значения критериев исследуемого ОКН: $X_1 = 3,13$, $X_2 = 2,83$, $X_3 = 3,62$, $X_4 = 3,47$, $X_5 = 2,39$, $X_6 = 3,2$, $X_7 = 3,16$, $X_8 = 2,68$; средний чек покупателя $Ar = 750$ рублей; данные о количестве потенциальных покупателях приведены в таблице 2.

Для определения затрат на изменение управляемого критерия в качестве допущения, необходимого для вычислений, примем следующее уравнение затратной функции (TC) (25):

$$(25) \quad y = 0,08 \cdot x^2 + 150,$$

где 150 тыс. руб. – условное значение постоянных затрат (TFC).

Поиск оптимального управленческого решения может быть осуществлен с помощью предложенного метода анализа чувствительности, с итерационным использованием которого мо-

жет быть спланирована последовательность мероприятий. Подобная задача актуальна в условиях ограниченного бюджета, так как затраты на реализацию программы последовательных мероприятий могут быть распределены во времени.

Таблица 2. Количество жителей в секторах* (см. рис. 1)

№ сектора (k)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кол-во жителей в секторе (N_k)	5182	8292	6219	20729	31094	898619				

*Примечание: Количество жителей в секторах принято условно для иллюстрации решения задачи управления.

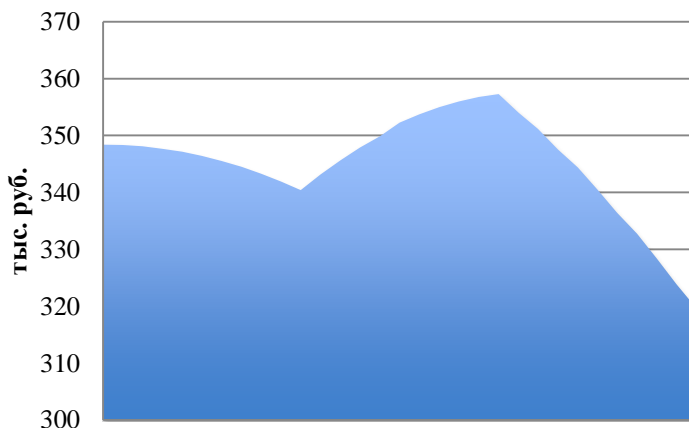


Рис. 18. Зависимость совокупной прибыли торговых помещений (развлекательных и др.) помещений ОКН от изменения управляемого критерия на примере ТРК «Колизей»

4.3.2. УТВЕРЖДЕНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

Принятие окончательного решения осуществляется в соответствии с выбранным критерием эффективности, при этом управляющий руководствуется согласованной с собственником концепцией развития объекта коммерческой недвижимости и стратегией его управления, а также документами, регламенти-

рующими его деятельность, в том числе системой менеджмента качества, системой управления стоимостью объекта управления и пр.

5. Заключение

Предложенная авторами технология управления объектом коммерческой недвижимости с учетом потребительских предпочтений включает на укрупненном уровне три этапа: выявление потребительских предпочтений, верификация моделей и управление.

На первом этапе для решения частных задач управления реальными объектами необходимо дополнительное проведение маркетингового исследования с целью сбора данных о внутреннем и внешнем окружении объекта недвижимости. Выявление потребительских предпочтений соответствует процессу идентификации организационной системы. Способом формализации моделей потребительских предпочтений является определение параметров механизма комплексного оценивания, с помощью которого возможна многомерная свёртка, позволяющая вычислить оценки потребительской привлекательности и вероятность выбора потребителем того или иного объекта недвижимости.

На втором этапе осуществляется верификация математических и имитационных моделей посещения потребителями объекта недвижимости, на который влияют управленческие решения, принимаемые субъектами управления.

Поиск управления можно осуществлять методом анализа чувствительности выбранного показателя эффективности к изменению контролируемых параметров. Данный подход позволяет найти оптимальное решение в зависимости от одного или двух критериев. Перспективным направлением является постановка многомерной задачи оптимизации и поиска математических методов ее решения.

Задача управления объектом коммерческой недвижимости требует дополнительной теоретико-игровой постановки и исследования стратегии поведения участников данной мультиагентной системы в условиях пересекающихся интересов, в том числе конфликта. В этом ключе перспективным направлением

является исследование устойчивости механизмов принятия решений к стратегическому поведению агентов. Одним из возможных подходов к выполнению данного исследования является игровое имитационное моделирование с привлечением реальных людей и программных агентов. Решению указанных задач будут посвящены будущие работы авторов.

6. Благодарности

Авторы благодарны профессору Харитонову Валерию Алексеевичу за помощь в корректировке статьи, а также выражают признательность рецензентам за их замечания и рекомендации, позволившие улучшить данную статью.

Литература

1. АЗГАЛЬДОВ Г.Г. *Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии)*. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.
2. АЛЕКСЕЕВ А.О. АЛЕКСЕЕВА И.Е. *Имитационное моделирование поведения неоднородных агентов в мультиагентных системах (на примере рынка недвижимости) // Проблемы управления и моделирования в сложных системах – 2015: труды XVII Межд. конф. (22–25 июня 2015 г., Самара, Россия) / Под ред. акад. Е.А. Федосова, акад. Н.А. Кузнецова, проф. В.А. Виттиха. – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2015. – С. 287–303.*
3. АЛЕКСЕЕВ А.О. *Исследование альтернативных подходов к теоретико-множественным операциям над нечеткими множествами в процедуре нечеткого комплексного оценивания // Прикладная математика и вопросы управления. – 2015. – №1. – С. 60–72.*
4. АЛЕКСЕЕВ А.О., АЛЕКСЕЕВА И.Е. *Математическое моделирование предпочтений экономических субъектов (агентов) // Управление экономическими системами. Электронный научный журнал. – 2015. – №76. – [Электронный*

- ресурс]. – URL: <http://www.uecs.ru/uecs-76-762015/item/3441-2015-04-14-13-53-46> (дата обращения: 20.07.2016).
5. АЛЕКСЕЕВ А.О., КАЛЕНТЬЕВА А.С., ВЫЧЕГ-ЖАНИН А.В. И ДР. *Алгоритмические основы нечеткой процедуры комплексного оценивания объектов различной природы // Фундаментальные исследования.* – 2014. – № 3/3. – С. 469–474.
 6. АЛЕКСЕЕВ А.О., КОРГИН Н.А. *О применении обобщенных медианных схем для матричной активной экспертизы // Прикладная математика, механика и процессы управления: III Всерос. науч.-техн. интернет-конф. студентов, аспирантов и молодых учен., 30 ноября – 5 декабря, 2015 г. – Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Пермь, 2015. – [Электронный ресурс] – URL: http://pmmppu.pstu.ru/media/paper_pdf_2015/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%BD.pdf (дата обращения: 20.07.2016).*
 7. АЛЕКСЕЕВ А.О., СПИРИНА В.С., КАВИЕВ М.И. И ДР. *Определение потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость.* – 2013. – №1(4). – С. 8–19.
 8. АНОХИН А.М., ГУСЕВ В.Б., ПАВЕЛЬЕВ В.В. *Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов.* – М.: Изд-во Ин-та проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2003. – 79 с.
 9. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А. *Теория активных систем: состояние и перспективы.* – М.: Синтег, 1999. – 128 с.
 10. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А. *Как управлять проектами: Научно-практическое издание.* – М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.
 11. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А., КОРГИН Н.А. *Введение в теорию управления организационными системами. Учебник / Под ред. Д.А.Новикова.* – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 264 с.
 12. БУРКОВ В.Н., НОВИКОВ Д.А., ЩЕПКИН А.В. *Механизмы управления эколого-экономическими системами / Под ред.*

- академика С.Н. Васильева – М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2008. – 244 с.
13. ВАРЖАПЕТЯН А.Г. *Квалиметрия: Учебное пособие.* – СПб.: СПбГУАП, 2005 – 176 с.
 14. ГЛОТОВ В.А., ПАВЕЛЬЕВ В.В. *Векторная стратификация.* – М.: Наука, 1984. – 92 с.
 15. ГОЛОВАНЬ О.О., МАРКОВА С.В., СОКУР Я.Ю. *Особливості бізнес-адміністрування закладів швидкого харчування з урахуванням оцінки споживчої прибавливості* // Економічний форум. – 2015. – №4. – С. 229–235.
 16. ГУСЕВ В.Б. *Верификация и применение непрерывных шкал при многокритериальном выборе* / Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'09». – М.: Физматлит, 2009. – Т. 1. – С. 145–151.
 17. *Квалиметрическая экспертиза строительных объектов* – под ред. В.М. Маругина и Г.Г. Азгальдова. – СПб.: Изд-во «Политехника», 2008. – 528 с.
 18. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами.* – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
 19. ПАВЕЛЬЕВ В.В. *Структурная идентификация целевой функции в задачах выбора многопараметрических объектов* / Идентификация систем и задач управления SICPRO-12: труды IX Международной конференции, г. Москва, 30 января – 2 февраля 2012 г. – М.: ИПУ РАН, 2012. – С. 783–791.
 20. ПОДИНОВСКИЙ В.В. *Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений.* – М.: Физматлит, 2007. – 64 с.
 21. *Результаты опроса, представленные в табличной форме.* – [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.google.com/file/d/0B_dG9pJJVt4JX0JFTnFLTDB1d2s/edit; <https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0AvdG9pJJVt4JdDNvazlTdTfMYy1qYTJVRlh3SEpOdFE#gid=0> (дата создания: 18.09.2013).
 22. *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014660537. Автоматизированная система комплексного оценивания объектов с возможностью выбора нечеткой процедуры свертки в соответствии со степе-*

- нью 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 г. (РФ).*
23. СПИРИНА В.С. АЛЕКСЕЕВ А.О. *Разработка и исследование модели комплексного оценивания потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости // Master's Journal. – 2013. – №2. – С. 153–164.*
 24. СПИРИНА В.С. *Оценка конкурентоспособности объектов коммерческой недвижимости // Управление большими системами (УБС'2013): Материалы X Всерос. шк.-конф. мол. ученых. – Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2013. – Т. 2. – 4 с.*
 25. СПИРИНА В.С. *Оценка потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости с использованием матричных методов комплексного оценивания // Управление большими системами (УБС'2014): Материалы XI Всерос. шк.-конф. мол. ученых, 9–12 сентября 2014 г., Арзамас / Под общ. ред. Д.А. Новикова, П.В. Пакшина; Ин-т проблем упр. Им. В.А. Трапезникова; Арзамас. политехн. Ин-т Нижегородск. гос. техн. у-та. – Электрон. текстовые дан. (108 файл: 78,7 Мб). – М.: ИПУ РАН, 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 716–731.*
 26. СПИРИНА В.С. *Оценка потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости с использованием матричных методов комплексного оценивания // Прикладная математика и вопросы управления. – 2015. – №1. – С. 129–140.*
 27. СПИРИНА В.С. *Постановка задачи управления объектами коммерческой недвижимости с учетом потребительских предпочтений // Проблемы управления. – 2015. – №1. – С. 81–87.*
 28. 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.*

29. СПИРИНА В.С., АЛЕКСЕЕВ А.О. *Анализ экономической эффективности решений, принимаемых при управлении коммерческой недвижимостью (на примере торгово-развлекательных комплексов)* // Прикладная математика и вопросы управления. – 2016. – №1. – С. 93–108.
30. 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.
31. ХАРИТОНОВ В.А., БЕЛЫХ А.А. *Технологии современного менеджмента* / Под науч. ред. В.А. Харитонова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 190 с.
32. ХАРИТОНОВ В.А., ЁЛОХОВА И.В., СТАМАТИН В.И. И ДР. *Интеллектуальные технологии обоснования инновационные решений*: монография под ред. В.А. Харитонова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 363 с.
33. 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.
34. ХАРИТОНОВ В.А., АЛЕКСЕЕВ А.О. *Концепция субъектно-ориентированного управления в социальных и экономических системах* // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №05 (109). – IDA [article ID]: 1091505043. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/43.pdf> (дата обращения: 20.07.2016).
35. ШОПЕНГАУЕР А. *О четвероюм законе достаточного основания* / Собрание сочинений: Мир как воля и представления. – М.: Престиж Бук, 2011. – 1032 с.
36. ЩЕПКИН А.В. *Игровое моделирование активных систем* // Человеческий фактор в управлении / Под. ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С. 475–486.

37. CHEBAT J.-C., MICHON R., HAJ-SALEM N. AND ETC. *The effects of mall renovation on shopping values, satisfaction and spending behaviour* // Journal of Retailing and Consumer Services. – 2014. – Vol. 21, Issue 4. – P. 610–618.
38. D'ACCI L. *Mathematize urbes by humanizing them. Cities as isobenefit landscapes: Psycho-economical distances and personal isobenefit lines* // Landscape and Urban Planning. – 2015. – Vol. 139. – P. 63–81.
39. HU K., RENLY S., EDLUND S. AND ETC. *A modeling framework to accelerate food-borne outbreak investigations* // Food Control. – 2015. – Vol. 59. – P. 53–58.
40. HUFF D.L., BLACK W.C. *The Huff Model in Retrospect* // Applied Geographic Studies. – 1997. – Vol. 1, Issue 2. – P. 83–93.
41. HUFF D.L. *A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas* // Land Economics. – 1963. – Vol. 39, №1. – P. 81–90.
42. KNIGHT V.A., WILLIAMS J.E., REYNOLDS I. *Modelling patient choice in healthcare systems: Development and application of a discrete event simulation with agent-based decision making* // Journal of Simulation. – 2012. – Vol. 6, Issue 2. – P. 92–102.
43. LUCE R.D. *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis*. – New York: Wiley, 1959. – 176 p.
44. LUO J. *Integrating the huff model and floating catchment area methods to analyze spatial access to healthcare services* // Transactions in GIS. – 2014. – Vol. 18, №3. – P. 436–448.
45. MULLER S., HAASE K., KLESS S. *A multiperiod school location planning approach with free school choice* // Environment and Planning A. – 2009. – Vol. 41, Issue 12. – P. 2929–2945.
46. REILLY W.J. *The Law of Retail Gravitation*. – New York: Knickerbocker Press, 1931. – 183 p.
47. SEVTSUK A. *Location and Agglomeration: The Distribution of Retail and Food Businesses in Dense Urban Environments* // Journal of Planning Education and Research. – 2014. – Vol. 34, Issue 4. – P. 374–393.
48. SPIRINA V.S. *On consumer appeal estimation of commercial real estate* // Инновационные процессы в исследовательской

- и образовательной деятельности: Материалы III Международной научной конференции, г. Пермь, 22 апреля 2014 г. – С. 148–150.
49. SPIRINA V.S., ALEKSEEV A.O. *Forecasting the attendance of retail real estate based on estimation of its attractiveness to consumers* // Actual Problems of Economics. – 2014. – №10(160). – P. 513–526.
 50. TABETA S., NAKAMURA Y., SUTO T. AND ETC. *“Fishery simulator” to vitalize trawl fishery in Ise Bay* // 10th Global Congress on ICM: Lessons Learned to Address New Challenges, EMECS 2013 – MEDCOAST 2013 Joint Conference. Marmaris, Turkey, October, 30, 2013 – November, 3, 2013. – Vol. 1. – P. 513–524.
 51. TONG Z. *Comparison of partitioning methods for estimating the layout of green spaces* // 19th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia – Rethinking Comprehensive Design: Speculative Counterculture, CAADRIA 2014. Kyoto, Japan, May, 14, 2014 – May, 17, 2014. – P. 873–882.
 52. WANG D.-P., XU Z., YANG C. *Flow interception facility location and vehicle routing problem based on competitive conditions* // Kongzhi yu Juece / Control and Decision. – 2015. – Vol. 30, Issue 6. – P. 1053–1058.
 53. ZHANG Y. *Designing a retail store network with strategic pricing in a competitive environment* // International Journal of Production Economics. – 2015. – Vol. 159. – P. 265–273.

COMMERCIAL REAL ESTATE MANAGEMENT TECHNOLOGY TAKING INTO ACCOUNT CONSUMER PREFERENCES

Alexander Alekseev, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Cand. Sc., Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, Department of Construction Engineering and Materials Science (alekseev@cems.pstu.ru)

Varvara Spirina, Perm National Research Polytechnic University, Perm, postgraduate student, Faculty of Civil Engineering, Depart-

ment of Construction Engineering and Materials Science (spirina@cems.pstu.ru).

Nikolay Korgin, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Dr. Sc., Leading Scientist, Laboratory of Active Systems, Moscow Institute of Physics and Technology, Associate Professor (nkorgin@ipu.ru).

The management technology of commercial real estate object differing in accounting of consumer preferences and also two problem definitions of management of commercial real estate object is given. The technology includes three stages at the integrated level: identification of consumer preferences, verification of models and management. Using model it is possible to perform scenario modeling and forecasting including game imitating modeling. During business games drafts of administrative decisions which efficiency can be developed it is checked during scenario modeling "what ... if ...". Search of administrative decisions can be carried out by method of the analysis of sensitivity of the chosen efficiency indicator to change of controlled parameters.

Keywords: commercial real estate, consumer appeal, preferences, convolution, complex estimation, modeling and forecasting, game modeling, management.

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии В.Н. Бурковым.

Поступила в редакцию 17.01.2016.

Опубликована 31.07.2016.