

УДК 332+519:7+519.8+69.003

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАТРИЧНОГО КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕДВИЖИМОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА

Э.Р. Галиаскаров

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Россия, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, Комсомольский пр., 29*
E-mail: eldar.gelios@mail.ru

М.А. Найданова

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Россия, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, Комсомольский пр., 29*
E-mail: cems@pstu.ru

Ключевые слова: системно-когнитивный анализ, матричное комплексное оценивание, концептуальное проектирование, потребительские предпочтения, девелопмент, жилая недвижимость.

Аннотация: В данной работе рассматривается возможность применения и развития технологий матричного комплексного оценивания для концептуального проектирования объекта недвижимости на ранней стадии девелоперского проекта. Развитие технологий матричного комплексного оценивания заключается в синтезе методов системно-когнитивного анализа с матричными технологиями комплексного оценивания с целью сокращения числа параметров описываемых объект недвижимости, за счет выявления наиболее важных характеристик объекта недвижимости, пользующегося наибольшей популярностью на рынке.

1. Введение

Задача принятия стратегического решения о характеристиках будущего объекта недвижимости на ранней стадии девелоперского проекта с учетом потребительских предпочтений (концептуального проектирования) с применением интеллектуального анализа данных на сегодняшний день является достаточно актуальной. Актуальность вытекает из сложившейся высокой конкуренции на рынке недвижимости, а также из-за специфической особенности - невозможности протестировать продукт – объект недвижимости, малыми партиями на ранней стадии девелоперского проекта.

Под концептуальным проектированием понимаются работы на ранней стадии проекта, в том числе маркетинговый анализ рынка недвижимости и выявление потребительских предпочтений; в результате чего формируется концепция (облик) будущего здания или комплекса зданий и сооружений, включая внешнюю и внутреннюю инфра-

структуру объекта недвижимости, в соответствии с потребностями и желаниями конечных потребителей – их предпочтениями [1].

2. Технологии матричного комплексного оценивания для задачи концептуального проектирования

В качестве основы для разработки технологий концептуального проектирования и моделирования человеческих предпочтений в задачах управления объектами различной природы предлагается использовать хорошо зарекомендовавшие себя механизмы комплексного оценивания, основанные на матричных свертках и деревьях критериев, в узлах которых они располагаются [2]. Данные технологии получили широкую известность и часто встречаются в публикациях, теоретическую основу которых составляют теория активных систем [3] и теория управления организационными системами [4], а также работы ученых Пермского национального исследовательского политехнического университета [2, 5, 6].

Стоит отметить, что технологии матричного комплексного оценивания уже широко применяются для решения задач управления коммерческой недвижимостью [7, 8, 9].

В работе [10] приводятся математические постановки задач управления многопараметрическими объектами. Первая задача (1) выглядит следующим образом:

$$(1) \quad g(p_1, \dots, p_n) \rightarrow \max, \sum_n^{i=1} c_i(p_i) \leq C$$

где $\{p_i\}$ – набор свойств многопараметрического объекта, $i = \overline{1, n}$; g – целевая функция; $c_i(p_i)$ – количество ресурсов c_i , требуемых для достижения значения свойства p_i .

Вторая задача (2), является обратной первой и выглядит следующим образом:

$$(2) \quad \sum_n^{i=1} c_i(p_i) \rightarrow \min, g(p_1, \dots, p_n) = x^*,$$

где x^* – желаемое значение критерия эффективности.

Вторая задача (2) представляется на сегодняшний день актуальной и применительно к объектам жилой недвижимости может быть проинтерпретирована следующим образом: необходимо найти такое сочетание характеристик объекта жилой недвижимости, которое приводило бы к минимизации затрат, при заранее заданном уровне привлекательности объекта.

Пример решения второй задачи (2) с применением технологий матричного комплексного оценивания приведен в работе [5]. Предложенный в данной работе подход при идентификации (выявлении) предпочтений конечных потребителей даже при наличии 4 характеристик требует сравнения 256 вариантов, увеличение числа характеристик в этой методике приводит к существенному росту трудозатрат на проведение исследования по выявлению потребительских предпочтений, а иногда делает его невозможным. Поэтому перспективным выглядит развитие подхода описанного в работах выше с целью уменьшения числа характеристик объекта недвижимости, необходимых для его описания.

3. Направление развития технологий матричного комплексного оценивания с применением метода системно-когнитивного анализа

В качестве развития технологий матричного комплексного оценивания, с целью устранения указанных выше недостатков, может быть предложен следующий подход. С использованием методов интеллектуального анализа, например, на основе системно-когнитивного анализа (СК-анализ), в основе которого лежит системная теория информации и системное обобщение формулы Харкевича [11], выявляются наиболее характерные и значимые на сегодняшний день характеристики объектов недвижимости, существующего на рынке и пользующегося наибольшей популярностью.

Применительно к задаче концептуального проектирования для реализации методов СК-анализа необходимо выполнить ряд действий, а именно¹: определить классификационные шкалы (классы) и их градации, описательные шкалы и связанные с ними градации описательных шкал (признаки), справочники соответствующих шкал приведены в таблице 1; осуществить кодировку исходных данных (таблица 2); расчет матрицы абсолютных частот и матрицы информативностей – таблицы 3, 4.

В качестве критерия популярности объекта недвижимости могут использоваться: срок, за который жилье было продано или забронировано; число потенциальных покупателей, интересовавшихся жильем; число просмотров объявления, которые могут быть сведены в один комплексный показатель – класс популярности. Так было принято, что 1 – самый не популярный объект, 4 – самый популярный.

Было рассмотрено 9 наиболее известных в г. Перми жилых комплексов. В таблице 4, в качестве примера приведены два объекта - Дом на Гастелло и Космодом, значение «код признака» означает присутствия, а «0» означает отсутствие данного признака у представленного объекта, В результате кодировки исходных данных получается выборка, состоящая из фактов наличия или отсутствия значения данного признака у данного объекта.

Таблица 1. Справочник классификационных шкал и их градаций, а также описательных шкал и их градаций (фрагмент).

Классификационных шкал и их градаций				
Класс	Градации			
Класс популярности	1(Самый не популярный)	2	3	4 (Самый популярный)
Описательных шкал и их градаций (признаки)				
Описательная шкала	Код	Градации (признаки)		
Тип квартиры	4	1 комн. кв		
	5	2 комн. кв		
	6	3 комн. кв		
Высота потолков, м	8	до 2,7		
	9	от 2,7 до 3		
	10	от 3		

¹ Русских Е.В. Определение классификационных признаков жилой недвижимости по уровню потребительской привлекательности: выпускная квалификационная работа магистра: 08.04.01 / Русских Екатерина Викторовна; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2018. – 69 с. [Кафедра «Строительный инжиниринг и материаловедение»]

Найданова М.А. Онтологический анализ жилой недвижимости с целью ее классификации по уровню потребительской привлекательности: выпускная квалификационная работа магистра: 08.04.01 / Найданова Мария Андреевна; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2018. – 133 с. [Кафедра «Строительный инжиниринг и материаловедение»]

Классификационных шкал и их градаций		
Класс	Градации	
Планировка	11	свободная планировка
	12	улучшенная
	13	индивидуальная
Площадь, кв.м.	14-18	общая, кв.м.
	19-23	жилая, кв.м.
	14-28	отношение жилой к общей

Объекты обучающей выборки описываются векторами (массивами) $\vec{L} = \{L\}$ имеющихся у них признаков [11]:

$$L = \{L_i\} \begin{cases} 1, & \text{если у объекта есть } i\text{-й признак;} \\ 0, & \text{если у объекта нет } i\text{-го признака.} \end{cases}$$

Первоначально в матрице абсолютных частот все значения равны нулю. Затем организуется цикл по объектам обучающей выборки. Если предъявленного объекта относящегося к j -му классу есть i -й признак, то [11]: $N_{ij} = N_{ij} + 1$; $N_i = N_i + 1$; $N_j = N_j + 1$; $N = N + 1$, где N_{ij} – суммарное количество наблюдений в исследуемой выборке факта; N_j – суммарное количество встреч различных факторов у объектов в j -ом классе популярности; N_i – суммарное количество встреч i -го признака у всех объектов исследуемой выборки; N – суммарное количество встреч различных факторов у всех объектов исследуемой выборки.

Таблица 2. Кодированное представление базы данных (фрагмент).

	Студия 30,43 м2, Дом на Гастелло	1-я кв., 39,94 м2, Дом на Гастелло	3-к кв., 75,71 м2, Дом на Гастелло	2-я кв., Космо- дом, 54,35 м2	2-я кв., Космо- дом, 61,57 м2	1-я кв., Космо- дом, 43,83 м2
Коды града- ций (призна- ков)	0	4	0	0	0	4
	0	0	5	5	5	0
	0	0	0	8	8	8
	9	9	9	0	0	0
	11	11	11	11	11	11
	14	14	15	15	15	14
	19	19	20	20	20	19
27	25	26	26	25	24	
Класс попу- лярности объ- екта	1	1	1	2	2	2

Таблица 3. Матрица абсолютных частот (фрагмент).

Признаки	Классы популярности				N_i
	1	2	3	4	
1	1	3	2	1	7
2	0	3	1	0	4
3	0	1	1	0	2
4	1	4	5	1	11
$N_j \dots$	...	...	...	...	N_{ij}

Для определения информационной значимости признаков (информативностей), была использована модель Харкевича (3), представленная в следующей формуле [11]:

$$(3) \quad I_{ij} = \text{Log}_2 \left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j} \right)^{\frac{\text{Log}_2 W^\varphi}{\text{Log}_2 N}} + \text{Log}_2 W^\varphi,$$

где выражение $\psi = \frac{\text{Log}_2 W^\varphi}{\text{Log}_2 N}$ – коэффициент эмерджентности Харкевича;

$\varphi = \frac{\text{Log}_2 \sum_{m=1}^W C_W^m}{\text{Log}_2 W}$ – коэффициент эмерджентности Хартли; C_W^m – это число сочетаний из W по m , где $m = \{1, \dots, M\}$; M – число принятых признаков в исследовании – 730; W – число классов популярности объектов жилой недвижимости – 4.

В результате проведения расчетов² были получены значения информационных значимостей признаков, которые приведены в таблице 4, отражающие согласно [11] причинно-следственные связи между значениями факторов и принадлежностью объекта к классам.

Таблица 4. Матрица информационной значимости признаков - информативностей (фрагмент).

Признаки	Классы популярности				I_i
	1	2	3	4	
1	0,398	-0,956	0,138	4,375	...
2	-	1,189	-0,374	-	...
3	-	-0,365	2,282	-	...
4	-1,334	-1,586	1,917	2,643	...
$I_j \dots$	...	...	...	...	I_{ij}

В соответствии с положениями работы [11] можно сделать вывод, что количественные значения коэффициентов I_{ij} таблицы 4 являются знаниями о том, что «объект перейдет в j -е состояние» если «на объект действует i -е значение фактора». Применительно к задаче управления объектом недвижимости эти знания, как представляется автору, можно интерпретировать следующим образом, что для достижения состояния «4 - наиболее популярны» объект недвижимости должен обязательно обладать признаками «1 – Студия (1 комн. кв. без изолированных комн.)», 4 – «1 комнатная квартира», и одновременно не обладать признаками «3 - Евротрешка (3 комн. кв. с 2 изолированными комн.)», и возможно «2 – евродвушка (2 комн. кв-ра с 1 изолированной комн.)».

4. Заключение

Стоит отметить, что более детальный анализ полученных результатов является направлением дальнейшей работы автора, но уже сейчас можно сказать, что предложенный подход позволяет определить наиболее важные факторы (признаки), как с положительной точки зрения, то есть, способствующие достижению необходимого состояния, так и с отрицательной, то есть те, которые способствуют достижению целевого для нас состояния объекта недвижимости на рынке.

² Русских Е.В. Определение классификационных признаков жилой недвижимости по уровню потребительской привлекательности: выпускная квалификационная работа магистра: 08.04.01 / Русских Екатерина Викторовна; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2018. – 69 с. [Кафедра «Строительный инжиниринг и материаловедение»]

Развитие технологий матричного комплексного оценивания с помощью методов системно-когнитивного анализа позволяет решить проблему с сужением множества факторов, необходимых для построения дерева комплексного оценивания с матрицами свертки в узлах дерева, до вполне приемлемого числа, что позволяет реализовать преимущества обоих методов в полном объеме.

В заключении авторы хотели бы выразить особую благодарность научному руководителю Алексееву А.О. и магистрам Русских Е.В., Епиной И.А. и Елькиной А.И., работавших под его руководством.

Список литературы

1. Алексеев А.О., Галиаскаров Э.Р. Постановка задачи концептуального проектирования жилой недвижимости с учетом потребительских предпочтений // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. № 3. С. 11-26.
2. Алексеев А.О., Алексеева И.Е. Процедуры нечеткого комплексного оценивания. // Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 7884-7893.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: Синтег, 1999. 128 с.
4. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. 581 с.
5. Алексеев А.О., Коскова К.С., Галиаскоров Э.Р. Интеллектуальные технологии обоснования девелоперских решений в жилищном строительстве // Прикладная математика и вопросы управления. 2018. № 2. С. 109-118.
6. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: монография / Харитонов В.А. [и др.]; под ред. В.А. Харитонова. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. 363 с.
7. Спирина В.С. Постановка задачи управления объектами коммерческой недвижимости с учетом потребительских предпочтений. // Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 5449-5458.
8. 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.
9. Алексеев А.О., Спирина В.С., Коргин Н.А. Технологии управления объектов коммерческой недвижимости с учетом потребительских предпочтений // Управление большими системами. 2016. № 62. С. 124-168.
10. Алексеев А.О. постановка задачи управления многопараметрическими объектами, состояние которых описывается методом нечеткого комплексного оценивания // Прикладная математика и вопросы управления. 2015. № 3. С. 43-54.
11. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» / Монография (научное издание). Краснодар: КубГАУ, 2014. 600 с.