

---

## Применение когнитивного теоретико-множественного подхода к задаче определения кадастровой стоимости земель

*Л.А. Гинис, О.В. Давыденко*

*Южный федеральный университет, Таганрог*

**Аннотация:** В работе описывается реализация когнитивного теоретико-множественного подхода, предложенного ранее для моделирования сложных систем. В статье подробно описывается применение метода анализа иерархий и кластерного подхода к определению кадастровой стоимости земель и выбора участка по заранее определенным критериям на примере г. Таганрог. Расчеты и визуализация результатов проведены с помощью программных продуктов STATISTICA и QGIS.

**Ключевые слова:** когнитивный теоретико-множественный подход, метод анализа иерархий, кластерный подход, кадастровая стоимость

Актуальность данной работы подтверждается тем, что процесс определения кадастровой стоимости земель и объекта недвижимости в нашей стране в последние годы подвержен постоянным изменениям, в том числе и со стороны государства, наблюдается тенденция частого пересмотра и оспаривание результатов кадастровой оценки земель по разным причинам. В современной научной литературе в России [1, 2] и за рубежом [3, 4] поднимаются вопросы, касающиеся выбора и/или разработки объективных и формализованных подходов и методов к определению кадастровой стоимости земель, которая оказывает серьезное влияние на развитие налоговых отношений, бухгалтерского учета, так же является неотъемлемым элементом при совершении гражданско-правовых сделок, принятии инвестиционных решений, при управлении территорией и территориальном планировании.

Авторы ранее описывали возможности когнитивного теоретико-множественного подхода применительно к моделированию сложной системы [5]. В данном исследовании показывается, как на практике может быть раскрыта модель принятия решений  $M_{ПП}$  для конкретной задачи. Представим ее в виде кортежа  $M_{ПП} = \langle N_M, K_R, ЛПП \rangle$ , с учетом действующего

---

законодательства были отобраны формализованные подходы  $N_M$  и критерии  $K_R$  принятия решения.

В результате предыдущих исследований было предложено в состав элемента  $N_M$  отобрать иерархический и кластерный подходы. В качестве инструментария иерархического применяется метод анализа иерархий (МАИ), предложенный американским математиком Томасом Саати [6], нацеленный на построение иерархической структуры, объединяющей цель выбора, критерии, альтернативы и другие факторы, влияющие на выбор решения. Построение такой структуры помогает проанализировать все аспекты проблемы и глубже проникнуть в суть задачи, что и является сутью исходной метамоделю, и позволяет раскрыть каждую модель на внутренние элементы.

Рассмотрим работу метода анализа иерархий применительно к задаче о выборе земельного участка на примере г. Таганрог. Отобраны три земельных участка «А», «В» и «С» в районе исторического центра города, необходимо провести сравнительный анализ земельных участков на предмет приобретения одного из них с учетом выбранных критериев, рис.1.

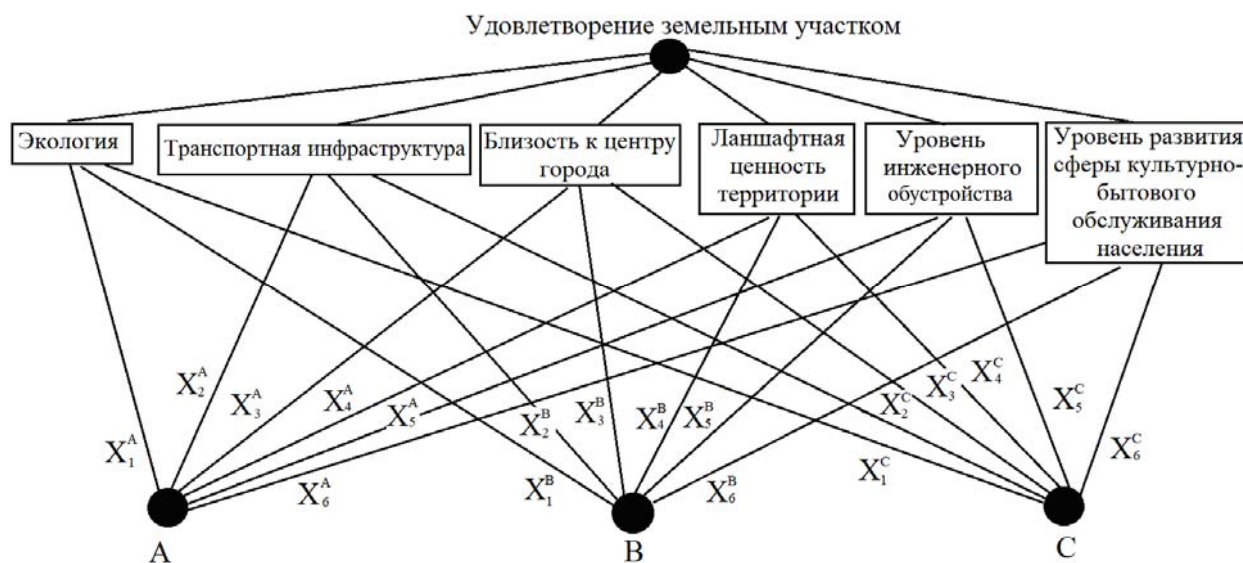


Рис. 1 – Иерархия выбора земельного участка

Используемые критерии были определены исходя из наиболее известных и применяемых на практике, а оценка их влияния установлена экспертным путем. Однако могут существовать и так называемые скрытые критерии, которые возможно выявить с помощью факторного анализа и метода главных компонент [7], а оценить их влияние аналитически возможно с помощью оценочных показателей [8].

Для реализации МАИ выбран алгоритм иерархического синтеза, раскроем его основные этапы. Для первого уровня иерархии построена матрица парных сравнений, которая имеет следующий вид:

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
X <sub>1</sub>	1	2	2	2	3	2
X <sub>2</sub>	1/2	1	3	2	2	3
X <sub>3</sub>	1/2	1/3	1	3	2	4
X <sub>4</sub>	1/2	1/2	1/3	1	2	5
X <sub>5</sub>	1/3	1/2	1/2	1/2	1	3
X <sub>6</sub>	1/2	1/3	1/4	1/5	1/3	1

На следующем шаге находим вектор приоритетов  $E$ , рис.2., после чего определяется максимальное собственное значение, необходимое для расчета индекса согласованности (ИС) в экспертном оценивании. В нашем примере ИС оказался равен  $0,1$ , что подтверждает согласованность мнений экспертов.

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	Сумма по строкам	E
X <sub>1</sub>	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	12,00	0,2303
X <sub>2</sub>	0,50	1,00	3,00	2,00	2,00	3,00	11,50	0,2207
X <sub>3</sub>	0,50	0,33	1,00	3,00	2,00	4,00	10,83	0,2079
X <sub>4</sub>	0,50	0,50	0,33	1,00	2,00	5,00	9,33	0,1791
X <sub>5</sub>	0,33	0,50	0,50	0,50	1,00	3,00	5,83	0,1119
X <sub>6</sub>	0,50	0,33	0,25	0,20	0,33	1,00	2,62	0,0502
							52,12	1

Рис. 2. – Расчет вектора приоритетов  $E$

Следующий шаг – это построение матриц по шести критериям относительно каждого земельного участка. Для каждой из матриц был

определен нормированный вектор, максимальное собственное значение, индекс согласованности и отношение согласованности. Все матрицы получились согласованными, рис 3.

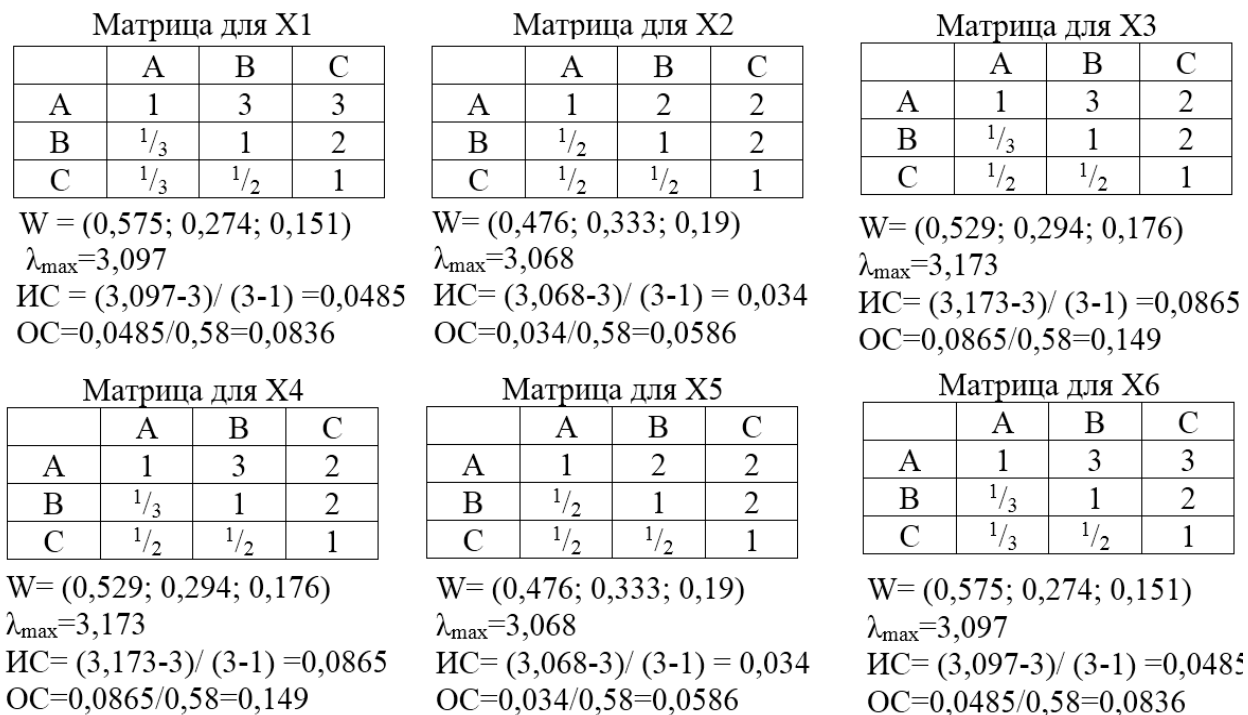


Рис. 3. – Матрицы для x<sub>1-6</sub> и определение согласованности суждений

На последнем шаге мы определяем вектор приоритетов альтернатив, по которому и отбирается участок с наиболее высокой оценкой удовлетворенности по всем критериям отбора. Наивысшую оценку по совокупности критериев получил земельный участок «А», выражение для определения имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 0,575 & 0,476 & 0,529 & 0,529 & 0,476 & 0,575 \\ 0,274 & 0,333 & 0,294 & 0,294 & 0,333 & 0,274 \\ 0,151 & 0,19 & 0,176 & 0,176 & 0,19 & 0,151 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,23 \\ 0,221 \\ 0,208 \\ 0,179 \\ 0,112 \\ 0,0502 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,524346 \\ 0,3014418 \\ 0,1736922 \end{pmatrix} \bullet$$

Метод анализа иерархий может быть инструментом для решения следующих вопросов. Необходимо сравнить два участка, находящиеся в одном ценовом диапазоне и выбрать один по заранее определенным критериям. Необходимо пересмотреть и/или уточнить стоимость участка. Например, при сравнении (выборе) двух участков, находящихся в одном ценовом диапазоне по заранее определенным критериям, получилось, что участок «А» намного хуже «В», то возникает вопрос, а корректно ли определена стоимость «А» относительно «В».

Известно традиционное применение кластерного подхода к развитию территорий [9], а также в биологических, социальных и гуманитарных науках [10]. Покажем возможности кластерного анализа для оценивания объектов недвижимости. Кластеризация проведена на примере земельных участков г. Таганрога, предназначенных для индивидуального жилого строительства (ИЖС). Кластеры образуются на основании значений характеристик - критериев, влияющих на формирование кадастровой стоимости объектов оценки. Были выделены следующие критерии: экология; близость объектов торговли, питания, быстрого обслуживания - инфраструктура; уровень эстетики ландшафта; обеспеченность транспортной коммуникацией. Критерии в отношении к конкретному земельному участку были экспертно оценены по пятибалльной шкале для соблюдения размерности задаваемых характеристик (таблица №1).

Таблица № 1

Значения критериев группировки земельных участков г. Таганрога  
(фрагмент)

№ п/п	Адрес	Факторы группировки			
		Экология	Инфраструктура	Эстетика ландшафта	Транспортная коммуникация
1	ул. Александровская, 135	3	5	3	5
2	ул. Греческая, 85	2	4	3	5
3	ул. Восточная, 96	4	3	3	5
4	ул. Чехова, 300	2	5	3	5
5	ул. Водопроводная, 7	3	3	3	5
...	...	...	...	...	...
249	ул. Инструментальная, 10	3	4	3	5
250	ул. Энгельса, 40	4	5	4	5

С помощью программы STATISTICA определено количество кластеров на основании древовидной дедрогаммы, т.е. проведена кластеризация методом иерархической классификации, количество кластеров получилось равным 4.

На следующем шаге было проведено сопоставление выбранных земельных участков в соответствии с принадлежностью к определенному кластеру, рис 4.

	Экология	Инфраструктура	Эстетика ландшафта	Транспортная коммуникация	CLUSTER
Ростовская обл, г Таганрог, ул Октябрьск	2	4	3	5	4
Ростовская обл., г. Таганрог, 9-й Переул	4	4	4	5	2
Ростовская область, г. Таганрог, 9-й Пер	4	4	4	5	2
Ростовская обл, г Таганрог, 9-й Переулок	4	4	4	5	2
Ростовская обл., г. Таганрог, 9-й Переул	4	4	4	5	2
Ростовская область, г. Таганрог, пер 5-й	3	4	4	5	2
Ростовская обл., г. Таганрог, 6-й Переул	4	4	4	5	2
Ростовская обл, г Таганрог, 7-й Переулок	4	4	3	5	2
Ростовская обл, г Таганрог, 7-й Переулок	4	4	4	5	2
Ростовская обл, г Таганрог, ул Восточная	4	3	3	5	1
Ростовская обл., г. Таганрог, ул. 2-я Ши	2	5	3	5	4
Ростовская обл, г Таганрог, ул 2-я Широ	3	3	3	5	4
Ростовская обл., г. Таганрог, ул. 1-я Ши	3	5	3	5	2
Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Чехова	3	5	2	5	4
Ростовская обл., г. Таганрог, ул. 1-я Ши	3	4	3	5	4

Рис. 4. – Присвоение номера кластера земельному участку



Для визуализации полученных расчетов, воспользуемся программой QGIS, и отобразим полученные кластеры на карте, рис. 5.

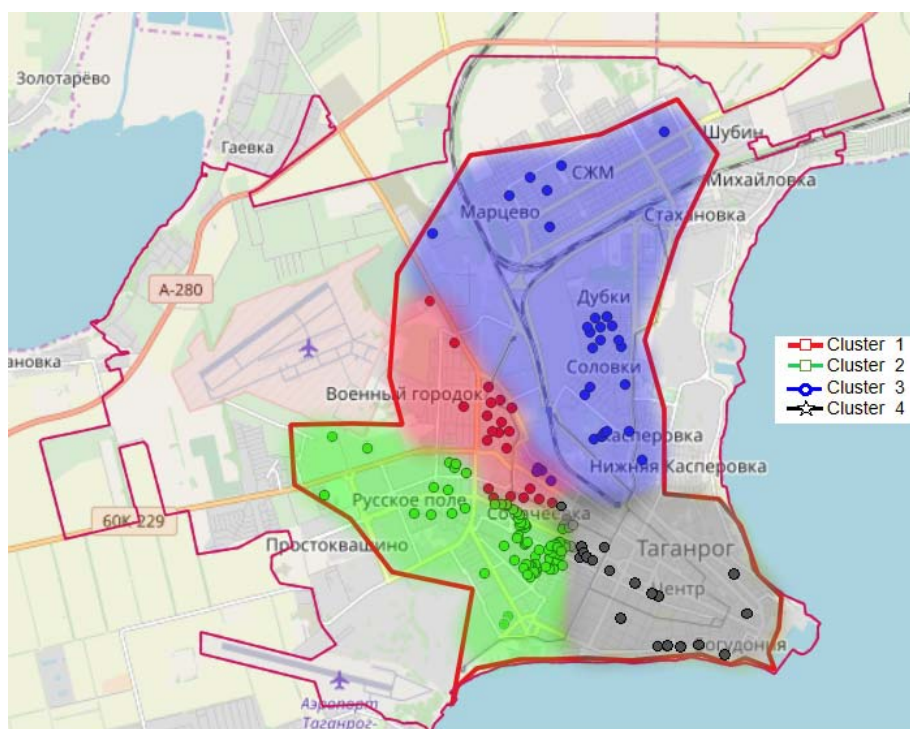


Рис. 5. – Распределение кластеров в реальности

Для проверки адекватности расчетов и предлагаемого подхода, были взяты данные из Публичной кадастровой карты. Отмечаем, что по г. Таганрог анализируемые земельные участки имеют различную кадастровую стоимость от кластера к кластеру. А именно: в кластере №1 – цена колеблется от 1 900 до 2 400 руб. за квадратный метр, в кластере № 2 – от 2 400 до 2 900 руб., в кластере № 3 – от 2 900 до 3 400 руб., в кластере № 4 – 3 400 до 3 900 руб. за 1 кв.м. Т.о. подтверждается корректность расчетов, и обнаруженные отличия в кадастровой стоимости земельных участков в зависимости от принадлежности к тому или иному кластеру позволяют сделать вывод об адекватности кластерного подхода.

Кластерный подход может быть инструментом для решения следующих вопросов. Требуется провести разбивку земель и/или участков на группы (районы) по ряду характеристик (критериев), например с целью

установления налогового коэффициента. Требуется уточнить или пересмотреть стоимость земельного участка. Например, обнаруживаем, что участок «А», предварительно оцененный как дорогой, попал в кластер «средней» оценки. Значит, требуется пересмотр и/или уточнение цены.

С целью развития алгоритмических основ при построении интеллектуальных информационно-управляющих систем, было показано, как может быть реализован когнитивный теоретико-множественный подход, предложенный для моделирования сложных систем на примере конкретной предметной области. Раскрыта модель принятия решений на примере оценивания земельных участков г Таганрога с последующей визуализацией результатов в программе QGIS.

Предлагаемый комплекс подходов к определению кадастровой стоимости земель, как методика, может быть положен в алгоритмическую основу для автоматизации выработки обоснованных управляющих решений в интеллектуальных информационно-управляющих системах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 19-01-00412А и № 19-07-00570А*

### Литература

1. Лобанова Е.И. Монополизация государственной кадастровой оценки// Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. № 1. С.46-50.
2. Быкова Е.Н., Бутина В.В. Определение кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения с учетом обременений в их использовании // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2389.
3. Ay J.-S., Cavailhès J., Hilal M., Le Gallo J. Does issuing building permits reduce the cost of land? An estimation based on the demand for building land in France // Economie et Statistique. 2018. Vol. 2018, Is. 500-502. pp. 45-67.



4. Lu H., Xie H., He Y., Wu Z., Zhang X. Assessing the impacts of land fragmentation and plot size on yields and costs: A translog production model and cost function approach // *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 161. pp. 81-88.

5. Гинис Л.А., Гордиенко Л.В., Левонюк С.В. Разработка концептуальной проблемно-ориентированной метамоделю образного представления сложной системы на основе геоинформационной системы // *Инженерный вестник Дона*, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4065](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4065).

6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа анархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

7. Балтыжакова Т.И. Выявление скрытых факторов кадастровой оценки земель населенных пунктов методом главных компонент // *Инженерный вестник Дона*, 2015, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2761](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2761).

8. Лепихина О.Ю., Правдина Е.А. Вариативный учет ценообразующих факторов при кадастровой оценке земель (на примере города Санкт-Петербург) // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2019. Том 330. №. 2. С. 65-74.

9. Парахина Л.В., Полянин А.В., Головина Т.А. Кластерный подход к развитию территорий: новые возможности промышленности // *Среднерусский вестник общественных наук*. 2017. Том 12. №5. С.48-58.

10. Paul A. Gore. Jr. Cluster analysis. Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling. – San-Diego: Academic Press, 2000. – pp. 297-321.

### References

1. Lobanova E.I. *Interespo Geo-Sibir'*. 2016. № 1. С.46-50.

2. Bykova E.N., Butina V.V. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2389](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2389).

3. Ay J.-S., Cavailhès J., Hilal M., Le Gallo J. *Economie et Statistique*. 2018. Vol. 2018. Is. 500-502. pp. 45-67.

---



4. Lu H., Xie H., He Y., Wu Z., Zhang X. Agricultural Systems. 2018. Vol. 161. pp. 81-88.
5. Ginis L.A., Gordienko L.V., Levonyuk S.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4065](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4065).
6. Saaty T. Prinyatie resheniy. Metod analiza anarkhiy [The Analytic Hierarchy Process]. New York: McGraw Hill., 1980. 287 p.
7. Baltyzhakova T.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2761](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2761).
8. Lepikhina O.Yu., Pravdina E.A. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2019. Vol. 330. №. 2. pp. 65-74.
9. Parakhina L.V., Polyandin A.V., Golovina T.A. Srednerusskiy vestnik obshchestvennykh nauk. 2017. Vol. 12. №5. pp.48-58.
10. Paul A. Gore. Jr. Cluster analysis. Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling. San-Diego: Academic Press. 2000. pp. 297-321.