

РАЗВИТИЕ МЕТАМОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА

*Гинис Л.А., кандидат педагогических наук, доцент,
Давыденко О.В., магистрант,
Южный федеральный университет, Таганрог*

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

Аннотация: в данной статье описывается развитие и пути применения предложенной ранее мета-модели сложной системы на примере социально-экономической системы. Когнитивный теоретико-множественный подход позволяет наполнять элементы метамоделей, выбрав математический аппарат, необходимый для решения экономических задач определенной предметной области. Цель работы – показать на конкретном примере процесс обоснованного отбора математических методов, моделей и критериев для наполнения элементов метамоделей. В статье рассматривается задача определения кадастровой стоимости земельного участка как объекта недвижимости, решение которой остается достаточно субъективным. С целью снижения влияния этого фактора и увеличения объективности решения и предлагается когнитивная теоретико-множественная мета-модель в целом и ее модель принятия решений в частности. В процессе проведения исследования были проанализированы традиционные экономические, экономико-математические и современные геоинформационные подходы, для которых определены область применения, достоинства и недостатки. Предложено использовать метод анализа иерархий и кластерный анализ, которые позволяют учитывать объективные (количественные) и субъективные (экспертные) критерии и факторы при решении задачи. Такое сочетание можно рассматривать как развитие математического моделирования и новое направление для разработки формализованной методики оценки земель, с практической точки зрения, четкая последовательность их применения с выделенными подзадачами может быть положена в алгоритмическую основу интеллектуальной информационно-управляющей системы, разрабатываемой с целью выработки объективных управленческих решений.

Ключевые слова: когнитивная модель, мета-модель, сложная система, интеллектуальная информационно-управляющая система, кадастровая стоимость

Актуальность представленной статьи обоснована повышенным уровнем интереса ученых в последние годы к заявленной тематике применительно к конкретному объекту [1, 2, 3]. Вопрос определения кадастровой стоимости объекта недвижимости в Российской Федерации на данный момент остается открытым [4, 5], и, несмотря на имеющиеся законодательные основы: Федеральный закон N237-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О государственной кадастровой оценке», федеральные стандарты оценки (ФСО), Приказ Минэкономразвития России N226 (ред. от 09.08.2018) «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке», задача, в большей степени, решается субъективно. Оценка проводится массово по группе объектов или индивидуально, не чаще одного раза в три года организацией-оценщиком, т.е. конкретным человеком, что и влечет за собой субъективную составляющую. С целью снижения роли и влияния человеческого фактора было бы целесообразно использовать интеллектуальные информационно-управляющие системы (ИИУС) на основе географических информационных систем (ГИС) [6], последние сегодня активно развиваются и внедряются в различные сферы хозяйствования, и прежде всего в кадастровой деятельности. Формальная ИИУС может

обеспечивать руководителей актуальной информацией, необходимой для контроля за ситуацией и принятия обоснованных управленческих решений в сфере планирования.

Следует отметить, что смещается акцент в постановке задачи, речь идет не только об определении кадастровой стоимости объекта, но и о возможности выработки обоснованного управленческого решения для развития социально-экономической системы (СЭС), например, региона. Для разработки таких ИИУС необходимо развивать новые архитектуры систем моделирования сложных систем и, среди прочего, применять в качестве новых когнитивное моделирование [7]. Задача определения кадастровой стоимости объекта только на первый взгляд локализованная задача, однако, она не может быть решена без анализа и исследования окружающей среды и влияния внутренних и внешних факторов, т.о. она превращается в один из элементов сложной системы.

Выраженный системный характер данной задачи определяет необходимость разработки некоторого комплекса моделей и методов, который смог бы обеспечить поддержку принятия научно-обоснованных управленческих решений. Поэтому авторами в настоящей работе предлагается ис-

пользовать аппарат когнитивно-имитационного моделирования.

В статье [8] была раскрыта когнитивная теоретико-множественная метамодель, предло-

$$M = \{M_O, M_E, M_{OE}, M_D, M_{ГИС}, Q, M_{ПР}, M_U, M_H, A\} \quad (1)$$

где: M_O – идентифицирующая модель системы (модель объекта); M_E – модель окружающей среды; M_{OE} – модель взаимодействия объекта и среды; M_D – модель поведения системы, в том числе, в виде импульсных процессов, реализуемых при моделировании возмущающих и управляющих воздействий на когнитивной модели; $M_{ГИС}$ – модель геоинформационной системы (ГИС); Q – возмущающие/управляющие воздействия; $M_{ПР}$ – модель принятия решений; M_U – модель управляющей системы; M_H – модель «наблюдателя» (инженера, эксперта, оператора); A – правила объединения моделей и выбора процессов изменения объекта.

Однако модель $M_{ПР}$ – модель принятия решений в ней не раскрывалась. Следуя логике метамодели, модель принятия решений, в свою очередь, может быть представлена следующим кортежем:

$$M_{ПР} = \langle N_M, K_R, ЛПР \rangle, \quad (2)$$

где N_M – набор моделей, в результате применения которых получаем пространство сценариев управленческих решений, K_R – набор критериев, ЛПР – лицо, принимающее решение.

Достоинством когнитивного теоретико-множественного подхода является то, что он позволяет наполнять элементы метамодели, каждый раз выбирая математический аппарат, необходимый для решения задач конкретной предметной области. Покажем, как может работать данная мо-

дель для моделирования сложной системы, применимая для СЭС.

дель на одной из прикладных областей. В данной статье рассмотрим вопрос, связанный с выбором методов для определения кадастровой оценки стоимости земли. Данная предметная область достаточно широкая, характеризуется большими объемами информации, в том числе и статистической и субъективизмом при принятии решения.

Оценка эффективности использования земель зависит, в том числе и от оценки ее стоимости, а для эффективного использования земельных угодий необходимо принятие научно-обоснованных управленческих решений.

С целью выбора основного математического аппарата и как следствие, объективного выбора подхода к определению стоимости земельного ресурса были проанализированы теоретические исследования о развитии представлений, связанных с оценкой стоимости земель, в результате чего определен генезис кадастровой оценки, рис. 1.

Проведенный анализ современного нормативно-правового обеспечения кадастровой оценки земель, позволил определить принципы проведения работ по кадастровой оценке земель, которые должны быть положены в разрабатываемую модель. Это принцип единства методологии определения кадастровой стоимости; принцип непрерывности актуализации сведений; принцип независимости и открытости проводимых процедур; принцип экономической обоснованности.

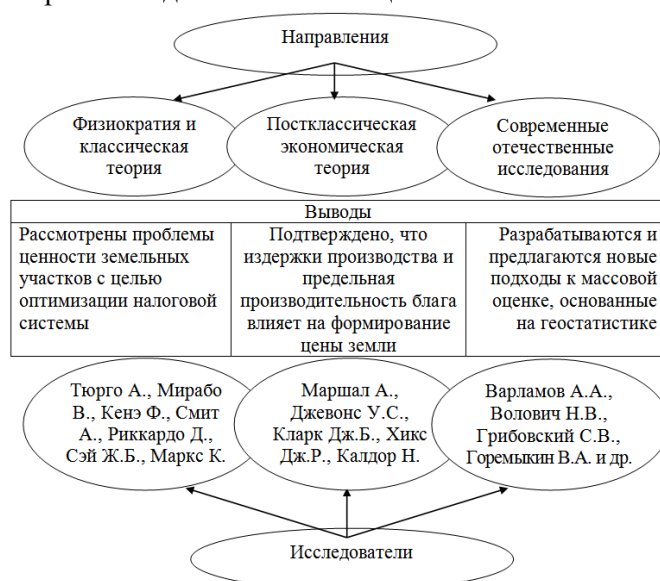


Рис. 1. Генезис кадастровой оценки

Для раскрытия элементов N_M и K_R из (2) был проведен анализ существующих подходов к установлению кадастровой оценки земель, были проанализированы традиционные экономические подходы [9, 10], современные подходы с исполь-

зованием геоинформационных технологий [11, 12], экономико-математические [13, 14, 15], в результате выявлены шесть подходов, для которых определены область применения, достоинства и недостатки (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ подходов

Название подхода	Применение	Достоинства	Недостатки
Затратный	Уникальный по своему виду и назначению объект недвижимости, рынок которых ограничен. Новое строительство	Основывается на существующих материальных активах. Количественно объективен.	Трудоемкий. Не отражает показатели доходности. Не учитывает будущие перспективы (статичен)
Доходный	Любой объект недвижимости, который приносит экономический результат, расчет которого реально возможен	Учитывает долгосрочные перспективы.	Требуются большие объемы разнообразной экономической и производственно-технологической информации.
Сравнительный	Любой объект недвижимости, но при условии, что функционирует свободный рынок	Основан на рыночной информации. Отражает реальную практику сделок.	Трудности в подборе аналогов. Не учитывает будущие перспективы (статичен).
Иерархический	Любой объект недвижимости	Учитывает объективные (количественные) и субъективные (экспертные) факторы.	Необходима математическая подготовка.
Градостроительный	Любой объект недвижимости объект, но в черте населенного пункта	Учитывает степень влияния рентных факторов на доходность функций целевого использования.	Несовершенство методик.
Кластерный	Любой объект недвижимости	Показывает общую картину в образовании ценовых зон. Может проводиться любым пользователем.	Необходима предварительная оценка.

Не требует доказательства предложение, что наиболее известными, изученными и применяемыми являются затратный, доходный и сравнительный подходы, однако сегодня набирают популярность иерархический и кластерный подходы, так как они учитывают объективные (количественные) и субъективные (экспертные) критерии и факторы.

Предлагается использовать следующий комплекс подходов: для определения групп цен и установления налогового коэффициента – кластерный, для сравнения участков, находящихся в одном ценовом кластере и выбор по заранее определенным критериям – иерархический, а именно метод анализа иерархий. Такая совокупность может быть обозначена как формализованная методика, позволяющая проводить кадастровую оценку земель с учетом минимизации роли и влияния человеческого фактора.

Комплекс подходов позволяет показать общую картину в образовании различных ценовых зон,

которые образуются под воздействием каких-либо критериев, как отдельных, так и совокупности. Такая совокупность позволяет определить наиболее точную и объективную кадастровую стоимость исследуемого объекта.

На предварительном этапе был проведен теоретический обзор и проанализированы представления об использовании земельного ресурса, в результате чего определен генезис кадастровой оценки. Проведен анализ современного нормативно-правового обеспечения кадастровой оценки земель, в результате выписаны задачи законодательства в области государственной кадастровой оценки и определены принципы проведения работ по кадастровой оценке земель. Был проведен анализ существующих подходов кадастровой оценки земель, в результате выявлены шесть подходов, для которых определены область применения, достоинства и недостатки. В результате проведенного анализа, предложено отобрать иерархический и кластерный подходы. Подробный анализ пред-

метной области позволил определить наполнение элементов множества N_M – набор моделей формулы и множества K_R – набор критериев из формулы (2). Работа кортежа (2) базируется на предлагаемой методике в рамках проанализированных подходов для расчета кадастровой оценки земель.

В нашем исследовании [16] показано применение предложенной методики с наложением результатов расчетов на карту, т.е. с применением геоинформационных технологий.

Результаты описанного исследования развивают математический аппарат экономических исследова-

ний, и показывают пути применения описанной метамодели, встраивая их в инструментальные средства для повышения обоснованности управленческих решений на всех уровнях экономики, а также пути совершенствования информационных технологий решения экономических задач. Последовательность применения выделенных подходов: кластерного и иерархического может быть положена в алгоритмическую основу интеллектуальной информационно-управляющей системы с целью выработки объективных управленческих решений.

Литература

1. Грибков А.Н., Муромцев Д.Ю. Информационно-управляющие системы многомерными технологическими объектами: теория и практика. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. 164 с.
2. Горелова Г.В. О развитии когнитивного моделирования в исследованиях сложных систем // Управление в экономических и социальных системах. 2019. №1. С. 11 – 26.
3. Klimentko A., Gorelova G., Korobkin V., Bibilo P. The Cognitive Approach to the Coverage-Directed Test Generation // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. V. 662. P. 372 – 380.
4. Григорьев В.В. Совершенствование механизма управления государственной кадастровой оценкой в Российской Федерации // Управленческие науки. 2016. №2. С. 83 – 90.
5. Круглякова В.М. Перспективы развития института независимой оценки и судебных экспертиз в условиях перехода к прямому государственному участию в проведении кадастровой оценки // Имущественные отношения в РФ. 2017. №6 (189). С. 36 – 41.
6. New Trends in Intelligent Information and Database Systems. Editors: Dariusz Barbucha, Ngoc Thanh Nguyen, John Batubara. Part of the Studies in Computational Intelligence, book series (SCI, vol. 598). Switzerland: Springer International Publishing. 2015. 381 p.
7. Розин М.Д., Свечкарев В.П. Проблемы системного моделирования сложных процессов социального взаимодействия // Инженерный вестник Дона. 2012. №2. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/846> (дата обращения: 12.11.2019)
8. Гунис Л.А., Гордиенко Л.В., Левонюк С.В. Разработка концептуальной проблемно-ориентированной метамодели образного представления сложной системы на основе геоинформационной системы // Инженерный вестник Дона. 2017. №1. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4065> (дата обращения: 12.11.2019)
9. Тарасов Д.А. К вопросу об экономической оценке земель сельскохозяйственного назначения // Вестник ОГУ. 2009. №8 (102). С. 105 – 110.
10. Быкова Е.Н., Бутина В.В. Определение кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения с учетом обременений в их использовании // Инженерный вестник Дона. 2014. №2. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2389> (дата обращения: 12.11.2019)
11. Демидова П.М. Определение кадастровой стоимости земель садоводческих некоммерческих объединений Ленинградской области методами геостатистики // Инженерный вестник Дона, 2013, №1 URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1538> (дата обращения: 15.11.2019)
12. Киселев В.А., Снытко А.М. Обоснование применения геостатистического метода интерполирования исходных данных для массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов на примере г. Всеволожска // Инженерный вестник Дона. 2013. №3 URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1797> (дата обращения: 15.11.2019)
13. Ковязин В.Ф., Лепихина О.Ю., Зимин В.П. Прогнозирование кадастровой стоимости земель моногородов с помощью регрессионной модели // Известия ТПУ. 2017. №3. С. 6 – 13.
14. Майкова Н.С., Федотова В.С. Определение кадастровой стоимости земель поселений по оценочным зонам средствами MS Excel: кластерный подход // XXII царскосельские чтения. Санкт-Петербург, 2018. С. 85 – 89.

15. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа анархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
16. Гинис Л.А., Давыденко О.В. Применение когнитивного теоретико-множественного подхода к задаче определения кадастровой стоимости земель // Инженерный вестник Дона. 2019. №7. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6110> (дата обращения: 10.12.2019)

References

1. Gribkov A.N., Muromcev D.YU. *Informacionno-upravlyayushchie sistemy mnogomernymi tekhnologicheskimi ob'ektami: teoriya i praktika*. Tambov: Izd-vo FGBOU VO «TGTU», 2016. 164 s.
2. Gorelova G.V. *O razvitii kognitivnogo modelirovaniya v issledovaniyah slozhnyh sistem* // *Upravlenie v ekonomicheskikh i social'nyh sistemah*. 2019. №1. S. 11 – 26.
3. Klimenko A., Gorelova G., Korobkin V., Bibilo P. *The Cognitive Approach to the Coverage-Directed Test Generation* // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. V. 662. P. 372 – 380.
4. Grigor'ev V.V. *Sovershenstvovanie mekhanizma upravleniya gosudarstvennoj kadastrovoj ocenкой v Rossijskoj Federacii* // *Upravlencheskie nauki*. 2016. №2. S. 83 – 90.
5. Kruglyakova V.M. *Perspektivy razvitiya instituta nezavisimoy ocenki i sudebnyh ekspertiz v usloviyah perekhoda k pryamomu gosudarstvennomu uchastiyu v provedenii kadastrovoj ocenki* // *Imushchestvennye otnosheniya v RF*. 2017. №6 (189). S. 36 – 41.
6. *New Trends in Intelligent Information and Database Systems*. Editors: Dariusz Barbucha, Ngoc Thanh Nguyen, John Batubara. Part of the *Studies in Computational Intelligence*, book series (SCI, vol. 598). Switzerland: Springer International Publishing. 2015. 381 p.
7. Rozin M.D., Svechkarev V.P. *Problemy sistemnogo modelirovaniya slozhnyh processov social'nogo vzaimodeystviya* // *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2012. №2. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/846> (data obrashcheniya: 12.11.2019)
8. Ginis L.A., Gordienko L.V., Levonyuk S.V. *Razrabotka konceptual'noj problemno-orientirovannoj metamodeli obraznogo predstavleniya slozhnoj sistemy na osnove geoinformacionnoj sistemy* // *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2017. №1. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4065> (data obrashcheniya: 12.11.2019)
9. Tarasov D.A. *K voprosu ob ekonomicheskoy ocenke zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya* // *Vestnik OGU*. 2009. №8 (102). S. 105 – 110.
10. Bykova E.N., Butina V.V. *Opredelenie kadastrovoj stoimosti zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya s uchetom obremenenij v ih ispol'zovanii* // *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2014. №2. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2389> (data obrashcheniya: 12.11.2019)
11. Demidova P.M. *Opredelenie kadastrovoj stoimosti zemel' sadovodcheskih nekommercheskih ob"edinenij Leningradskoj oblasti metodami geostatistiki* // *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2013, №1 URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1538> (data obrashcheniya: 15.11.2019)
12. Kiselev V.A., Snytko A.M. *Obosnovanie primeneniya geostatisticheskogo metoda interpolirovaniya iskhodnyh dannyh dlya massovoj kadastrovoj ocenki zemel' naselennyh punktov na primere g. Vsevolozhska* // *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2013. №3 URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1797> (data obrashcheniya: 15.11.2019)
13. Kovyazin V.F., Lepihina O.YU., Zimin V.P. *Prognozirovanie kadastrovoj stoimosti zemel' monogorodov s pomoshch'yu regressionnoj modeli* // *Izvestiya TPU*. 2017. №3. S. 6 – 13.
14. Majkova N.S., Fedotova V.S. *Opredelenie kadastrovoj stoimosti zemel' poselenij po ocenochnym zonam sredstvami MS Excel: klasternyj podhod* // *XXII carskosel'skie chteniya*. Sankt-Peterburg, 2018. S. 85 – 89.
15. Saati T. *Prinyatie reshenij. Metod analiza anarhij*. M.: Radio i svyaz', 1993. 278 s.
16. Ginis L.A., Davydenko O.V. *Primenenie kognitivnogo teoretiko-mnozhestvennogo podhoda k zadache opredeleniya kadastrovoj stoimosti zemel'* // *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2019. №7. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6110> (data obrashcheniya: 10.12.2019)

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS METAMODEL OF COMPLEX OBJECTS TAKING INTO ACCOUNT COGNITIVE APPROACH

*Ginis L.A., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Davydenko O.V., Master Student,
Southern Federal University, Taganrog*

Abstract: this article describes the development and application of the previously proposed metamodel of a complex system using the example of a socio-economic system. Cognitive set-theoretic approach makes it possible to fill metamodel elements by choosing mathematical apparatus necessary for solving economic problems of a certain subject area. The purpose of the work is to show on a specific example the process of reasonable selection of mathematical methods, models and criteria for filling metamodel elements. The article considers the task of determining the cadastral cost of a land plot as a real estate object, the solution of which remains quite subjective. In order to reduce the influence of this factor and increase the objectivity of the decision the cognitive set-theoretic metamodel in general and its model of decision-making in particular is proposed. In the course of carrying out a research traditional economic, economic-mathematical and modern geoinformation approaches are defined for which a scope, merits and demerits were analysed. It is proposed to use the analytic hierarchy process and cluster analysis, which allow to take into account objective (quantitative) and subjective (expert) criteria and factors in solving the problem. Such a combination can be considered as a development of mathematical modeling and a new direction for the development of a formalized methodology of land assessment, from a practical point of view, a clear sequence of their application with selected subtasks can be used as an algorithm basis of an intelligent information and control system developed for the purpose of developing objective management solutions.

Keywords: metamodel, complex system, cognitive approach, intelligent information and control system, cadastral cost