

Современные модели массовой оценки недвижимости

А. И. Иванова¹

¹ Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация

* e-mail: ivanova-aleks.ivanova@yandex.ru

Аннотация. На современном этапе массовая оценка широко применяется во многих странах для различных целей, основной из которых является налогообложение. Цель настоящей работы заключается в проведении систематического обзора моделей массовой оценки, освещенных в работах отечественных и зарубежных исследователей с 2005 по 2022 год. Обзор фокусируется на тенденции применения и классификации методов построения моделей массовой оценки и выделяет три основные группы таких методов: на основе искусственного интеллекта, на основе геоинформационных систем и на основе смешанных методов. Выполнен анализ и сравнение характеристик различных моделей массовой оценки.

Ключевые слова: массовая оценка, геоинформационные системы, искусственный интеллект, смешанные модели

Present Real Estate Mass Appraisal Models

A. I. Ivanova¹

¹ St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russian Federation

* e-mail: ivanova-aleks.ivanova@yandex.ru

Abstract. With the increasing volume and activity of real estate transactions, mass valuation is widely used in many countries for various purposes, including property tax valuation. The purpose of this paper was to conduct a systematic review of mass valuation models used for real estate valuation in the works of domestic and foreign researchers from 2005 to 2022. The review focuses on trends in the application and classification of mass valuation and identifies 3 main trends, namely the model based on artificial intelligence, the model based on geographic information systems and the model based on mixed methods. The characteristics of different mass appraisal models are analyzed and compared.

Keywords: mass appraisal, geographic information systems, artificial intelligence, mixed models

Введение

На сегодняшний день, в условиях свободного рынка земля является одним из наиболее ценных инвестиционных активов. Наряду с использованием земли в качестве объекта долгосрочных инвестиций она также представляет собой уникальный природный ресурс, необходимый для обеспечения многих видов деятельности: производственных нужд, сельского хозяйства и строительства. Кадастровая стоимость земель и связанных с ними объектов недвижимости является базой для расчета земельного налога и налога на имущество физических лиц.

Налогообложение – важная составляющая для результативности экономических решений государства, играющая ключевую роль в процессе распределения национального дохода страны.

Залогом эффективности налогообложения является равномерное распределение налогового бремени, обеспечивающее его справедливость. В этом случае для налогоплательщиков важно, что объекты оцениваются единообразно, по единой утвержденной на федеральном уровне методике.

Государственная кадастровая оценка объектов недвижимости преимущественно относится к категории массовой оценки. Это связано с тем, что для налогообложения необходимо оценить одновременно сразу большое количество объектов недвижимости, расположенных на обширной территории.

К сожалению, до сих пор система государственной кадастровой оценки объектов недвижимости находится на стадии становления, что доказывается частыми трансформациями методического и правового обеспечения оценки. За более чем двадцатилетнюю историю функционирования института кадастровой оценки земель и иной недвижимости в России и за рубежом накоплен значительный опыт в части методического обеспечения оценки, предложены различные подходы для создания моделей массовой кадастровой оценки недвижимости [1].

Проведение систематического обзора отечественных и зарубежных научных источников, освещающих различные методы построения моделей массовой оценки, предопределило цель настоящего исследования.

Под массовой оценкой понимается процесс определения стоимости группы объектов недвижимости на определенную дату с использованием большого объема рыночных данных, а также данных, характеризующих объекты оценки с использованием математико-статистических методов [2].

Массовая оценка объектов использует модель, то есть формализованное представление взаимосвязи между зависимой переменной – стоимостью объекта и независимыми переменными, представляющими собой ценообразующие факторы.

Материалы и методы

Согласно тому, что в различных странах и регионах исследователи могут использовать похожие слова для обозначения понятия «массовая оценка» при проведении поиска литературы с использованием отечественных и зарубежных электронных баз данных, используются критерии отбора как на русском, так и английском языках. 250 исследований определены как начальный набор данных (включая статьи, главы книг, редакционный материал в раннем доступе и материалы конференции). Далее, критерием отбора является включение только работ «статья» и «обзор», после чего отбирается 150 исследований. Наконец, 64 работы отбираются для обзора литературы после прочтения аннотаций отобранных работ.

Обсуждение методов и моделей

Как правило, исследователи применяют идеи, модели и методы из области статистики, информатики или географии для целей массовой оценки недвижимости. Некоторые ученые предприняли попытки обобщить модели с различных точек зрения, таких как, точность прогнозирования [3], вычислительный интеллект [4, 5], и

применение автоматизированной оценки в соответствующих странах и регионах [6, 7].

Исследуя модели массовой оценки, описание которых содержится в научной литературе, можно выделить три основных вида моделей, а именно: модели на основе искусственного интеллекта, на основе геоинформационных систем и на основе смешанного подхода.

1. Модели на основе искусственного интеллекта. В эту группу моделей входят следующие разновидности: модель множественной регрессии, модель на основе искусственных нейронных сетей, иерархическая модель, кластерный анализ, теория грубых множеств и теория нечетких множеств.

Модель множественной регрессии. Поскольку объектом массовой оценки является большое количество объектов недвижимости, а результаты оценки необходимо объяснить общественности, основными требованиями являются удобство работы и простота понимания. После сбора соответствующих данных об объекте оценки, прямой метод заключается в анализе взаимосвязи между соответствующими атрибутами - характеристиками недвижимости (год постройки, площадь, этаж и т.д.) и ее стоимостью. С помощью количественного анализа определяется тип математической связи между зависимой переменной и набором независимых переменных. Массовая оценка недвижимости с аналогичными атрибутами будет оцениваться с помощью известной математической взаимосвязи. Таким образом, множественный регрессионный анализ (МРА) – это статистический метод прогнозирования стоимости недвижимости (зависимая переменная) на основе двух или более других соответствующих атрибутов (независимые переменные) [3].

Основной проблемой в МРА является сложность выбора правильной функциональной формы зависимой переменной.

Большое количество работ посвящено МРА как основной или сравнительной модели, но исследователи фокусируются на различных аспектах регрессии. Например, аддитивная непараметрическая регрессия позволяет самим данным определять форму кривой и заменяет независимые переменные неопределенной нелинейной функцией сглаживания [8]. Квантильная регрессия концентрируется на остатках регрессии модели, производя множество регрессионных моделей, чтобы найти модель оценки, справедливую для налогового органа и владельцев недвижимости [9].

Модель на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). Изначально искусственные нейронные сети (ИНС) были разработаны для воспроизведения процессов обучения человеческого мозга. ИНС состоит из сложной сети искусственных нейронов, которые выполняют три основные функции, как нейрон в человеческом мозге. Нейронная сеть обычно состоит из входного слоя, выходного слоя и по крайней мере одного слоя нелинейных элементов обработки, известного как скрытый слой. Во-первых, она получает входные данные от других искусственных нейронов через взвешенные связи; во-вторых, она суммирует и обрабатывает эти входные данные; наконец, она выдает результаты другим искусственным нейронам.

Важным преимуществом ИНС в моделировании систем является то, что нет необходимости заранее подтверждать модель. Обучаясь на выборке входных данных, ИНС адаптируется для воспроизведения выходных данных [10]. ИНС хорошо подходит для моделирования нелинейных отношений благодаря своим характеристикам полупараметрической регрессии. В дополнение к базовой МРА, хотя исследователям приходится сталкиваться с «черным ящиком» структуры ИНС, она по-прежнему является самой популярной моделью, используемой в моделях на основе искусственного интеллекта [11 – 13].

Иерархическая модель. Традиционная эконометрическая модель, такая как модель наименьших квадратов, не учитывает иерархическую структуру данных. Использование иерархической модели может преодолеть этот недостаток. Исследователи используют эту модель для оценки недвижимости, например, иерархический подход Байеса [14] и метод анализа иерархий [15 – 17]. Иерархическая модель также рассчитывает процент ошибки дисперсии, вызванной каждым уровнем. В оценке недвижимости использовались два типа иерархических моделей, называемые иерархической линейной моделью (ИЛМ) и иерархической трендовой моделью (ИТМ). Arribas использует ИЛМ для классификации переменных на уровне квартиры и микрорайона. Они обнаружили, что параметры ИТМ имеют меньшую оценочную дисперсию, чем модель наименьших квадратов [18].

Кластерный анализ. Неоднородность и однородность данных о недвижимости занимают важное место в моделировании массовой оценки. Кластерный анализ – это процесс классификации данных по различным классам или кластерам, так что объекты в одном кластере похожи, а объекты в одном кластере отличаются от объектов в других кластерах. Основываясь на данных выборки, кластерный анализ может автоматически классифицировать всю базу данных. Эта процедура обработки данных или предварительной обработки данных может преобразовать рынок недвижимости с неоднородностью в субрынок недвижимости с однородностью [19 – 23]. Кластерный подход можно разделить на различные типы: иерархическая кластеризация, кластеризация с разделением, кластеризация на основе сетки, кластеризация на основе плотности, кластеризация на основе нечеткости и кластеризация на основе модели. После проведения кластерного анализа необходимо объяснить практическое значение различных кластеров. Бессмысленная кластеризация изменит настройку кластерного анализа.

Теория грубых множеств и теория нечетких множеств. Неопределенность – объективное явление в массовой оценке. Неопределенность массовой оценки влияет на устойчивость модели и точность результатов. Некоторые исследователи рассматривают вопрос о том, каким образом можно включить неопределенность в явную модель трех традиционных моделей, упомянутых ранее [1, 18, 24]. Для условий неточного набора данных, которые возникают на развивающемся или слабо информатизированном рынке жилья, теория грубых множеств и теория нечетких множеств предоставляют доступный способ массовой оценки недвижимости.

Более того, применение теории грубых множеств (ТГМ) в сфере недвижимости подчеркивает ее потенциальные возможности для моделирования массовой оценки. ТГМ создает возможность запуска модели оценки недвижимости без учета соответствующих показателей, которые влияют на стоимость недвижимости [18, 20].

Следует отметить также, что с введением нечеткого множества, суждения и мыслительный процесс людей могут быть непосредственно выражены в относительно простой математической форме, что позволяет иметь дело со сложными системами в практическом и человеческом образе мышления. Теория нечетких множеств может решить проблему близости между различными оцениваемыми образцами имущества. Она используется для эффективного выравнивания веса данных, даже если степень близости низкая [21].

2. Модели на основе ГИС. ГИС, известная как геоинформационная система, фокусируется на пространственных данных об объектах. Каждый объект недвижимости имеет свою собственную информацию о пространственных характеристиках. Пространственные характеристики вместе с непространственной информацией определяют стоимость недвижимости. Многие ученые уделяли внимание ГИС-характеристикам недвижимости и рассматривали их влияние на оценку [25 – 27].

Между тем, некоторые ученые, такие как McCluskey, Осенняя, Скачкова М. Е. внесли улучшения в классификацию и составление модели на основе ГИС [1, 3, 22, 23, 27].

Географически взвешенная регрессия (ГВР). Модель географически взвешенной регрессии (ГВР) является наиболее используемой в моделях на основе ГИС. Встраивая локальную пространственную структуру в линейную регрессионную модель, ГВР может обнаружить нестационарность пространственных отношений, также известную как пространственная нестационарность. В целом, по сравнению с МРА, рассматриваемой как глобальная регрессионная модель, ГВР представляет собой способ изучения локального регрессионного анализа каждой отдельно взятой локации [28 – 30]. Модель проста в использовании, а результат оценки имеет четкое аналитическое выражение. Статистический тест также может быть применен для оценки параметров. Lockwood и Rossini сравнивают десять различных моделей для массовой оценки и в итоге обнаруживают, что две модели ГВР дают гораздо более высокий уровень точности [31]. Dimopoulos и Moulas также показывают, что коэффициент детерминации ГВР значительно выше, чем у обычной модели наименьших квадратов на основе базы данных греческого рынка недвижимости [32]. Захаров использует ГВР при массовой оценке в условиях неопределенности и неоднородности исходных данных для сопоставления уровня цен и прогнозирования [33].

Анализ главных компонент. Традиционные методы, такие как кластерный анализ и анализ главных компонент (АГК), не учитывают пространственную неоднородность при разделении субрынков. АГК игнорирует пространственную структуру исходных данных. Используя преимущество географического взвешивания, интегрируют географически взвешенный анализ главных компонент в мо-

дифицированный метод, основанный на данных, для решения проблем субрынков жилья [34]. Эта модель может решить проблему пространственной неоднородности и определить субрынки, учитывая, как пространственную близость, так и сходство атрибутов. Однако в продвижении модели могут быть учтены такие комплексные факторы, как структура собственности, время сделки и годы действия прав собственности, которыми пренебрегают [35].

Модель пространственной ошибки и модель пространственного лага. Пространственные авторегрессионные модели (ПАМ) учитывают пространственную зависимость недвижимости и совершенствуются на основе модели МРА [36, 37]. Наиболее широко используются модель пространственной ошибки (МПО) и модель пространственного лага (МПЛ).

МПО основывается на пространственной зависимости членов ошибки. Ошибка, вызванная объектом недвижимости, зависит от ошибок окружающих его объектов. Zhang улучшает МПО с помощью теории нечетких множеств и матрицы пространственных весов для массовой оценки коммерческой недвижимости на рынке недвижимости Китая [38].

МПЛ представляет собой пространственно запаздывающую зависимую переменную регрессионной модели. Цена объекта недвижимости зависит от цен на окружающие его объекты. Что касается геостатистической модели, Palma применяют геостатистическую модель для анализа пространственно-временной эволюции рынка жилой недвижимости в Италии [39].

Поверхность отклика стоимости местоположения. Поверхность отклика стоимости местоположения (ПОСМ) – это метод массовой оценки, применение которого позволяет оценщику анализировать влияние местоположения с помощью ГИС.

Существует три метода моделирования ПОСМ. Первый метод заключается в расчете коэффициента поправки на местоположение на основе пространственного распределения цен совершенных сделок. Второй метод основан на измерении дисперсии между фактическими и прогнозируемыми ценами с помощью модели МРА без переменной местоположения. Третий метод строит интерполяционную сетку для отражения влияния на каждый объект недвижимости факторов соотношения местоположения в пределах его близости [40]. Между тем, основой этой модели является пространственная корреляция между переменными. Она также может быть связана с классическими методами пространственной интерполяции, такими как инструмент взвешенного обратного расстояния, интерполяция кригинга, инструмент естественного соседа и др.

3. Модели на основе смешанного метода. В этой части целью является объяснение принципов применения модели массовой оценки на основе смешанного метода. Guo et al. заключил, что в первом типе используется гибридный метод, то есть интегрируют некоторые элементы из сравнительного и доходного подхода в затратный подход для повышения точности оценки недвижимости [41]. Второй тип схож на модели на основе искусственного интеллекта и геоинформационных систем.

Данные модели основаны на традиционных моделях или на моделях сочетающие в себе методы искусственного интеллекта и геоинформационных систем. Кроме того, некоторые модели могут сочетаться друг с другом, например, нечеткая кластеризация [42], геостатистическая модель и кластеризация [43, 44], искусственного интеллекта и геоинформационных систем [45, 46] и так далее. Третий тип – смешение с инновационными идеями и уникальными перспективами [47]. Mou et al. создают модель оценки недвижимости для рекомендации объектов с небольшим сроком продажи [48].

Заключение

Таким образом, по результатам проведенного систематического анализа литературных источников выделены три группы моделей массовой кадастровой оценки: на основе искусственного интеллекта, на основе ГИС и на основе смешанного подхода. Модели, проанализированные в дискуссионной части, могут быть использованы в качестве руководства для ученых при проведении дальнейших исследований в этой области.

В то же время, с развитием искусственного интеллекта и геоинформационных систем, появится больше моделей, которые могут быть применены в области массовой оценки. Более того, тенденция смешанных моделей будет продолжаться. С одной стороны, появление новых моделей будет применяться в области массовой оценки. С другой стороны, различные методы могут дополнять преимущества друг друга в соответствии с характеристиками различных данных, формируя таким образом смешанную модель массовой оценки.

В данном обзоре есть некоторые ограничения. Во-первых, модели, описанные и классифицированные в искусственном интеллекте и геоинформационных системах, не означают полного состава соответствующих областей. Методы в области искусственного интеллекта и геоинформационной системы, которые не упоминаются в литературе, могут быть применены при выборе модели массовой оценки. Во-вторых, хотя основные характеристики моделей были признаны, такие как элементарность МРА, «черный ящик» ИИ, пространственная неоднородность и однородность ГИС-модели, ограничения существующих моделей не были проверены. В-третьих, применимость и ограничения для разных стран являются практическими вопросами для будущего анализа и применения моделей массовой оценки.

Наконец, можно сделать вывод, что процесс создания, анализа и тестирования модели заключается в имитации полного процесса массовой оценки. Подводя итог, мы определяем массовую оценку на основе модельной перспективы как процедуру создания, анализа и тестирования модели группы объектов недвижимости на определенную дату в сочетании с искусственным интеллектом, геоинформационными системами и смешанными методами пространственной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лосева Е.Н. Развитие института кадастровой оценки земель: зарубежный и российский опыт / Е.Н. Лосева// Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. - 2022. - № 1. - С. 157-161.
2. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО № 4)»: приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 22 октября 2010 года № 508. [Электронный ресурс]. - Доступ из справочной правовой системы «КонсультантПлюс»
3. McCluskey, W.J.: Prediction accuracy in mass appraisal: A comparison of modern approaches. *J. Prop. Res.* 2013, 30, 239–265.
4. Jahanshiri, E.; Buyong, T.; Shariff, A.R.M. A Review of Property Mass Valuation Models. *Pertanika J. Sci. Technol.* 2011, 19, 23–30
5. Kontrimas, V.; Verikas, A. The mass appraisal of the real estate by computational intelligence. *Appl. Soft Comput.* 2011, 11, 443–448.
6. D'Amato, M.; Amato, M. A Brief Outline of AVM Models and Standards Evolutions. In *Advances in Automated Valuation Modeling: Avm After the Non-Agency Mortgage Crisis*; D'Amato, M., Kauko, T., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2017; Volume 86, pp. 3–21
7. Ciuna, M.; Salvo, F.; Simonotti, M. The Multilevel Model in the Computer-Generated Appraisal: A Case in Palermo. In *Advances in Automated Valuation Modeling: Avm after the Non-Agency Mortgage Crisis*; D'amato, M., Kauko, T., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2017; Volume 86, pp. 225-261.
8. Florencio, L. Real estate appraisal of land lots using GAMLSS models [Text] / Florencio, L.; Cribari-Neto, F.; Ospina, R. // *Chil. J. Stat.* – 2012. – 3. - 75–91 p.
9. Narula, S.C. Valuating residential real estate using parametric programming [Text] / Narula, S.C. ; Wellington, J.F.; Lewis, S.A. // *Eur. J. Oper. Res.* – 2012. – 217. - 120–128 p.
10. Лосева, Е. Н. О применении искусственных нейронных сетей при государственной кадастровой оценке земельных участков / Е. Н. Лосева, Н. О. Митрофанова // *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*. – 2021. – Т. 26. – № 5. – С. 180-190.
11. Abidoeye, R.B. Modelling property values in Nigeria using artificial neural network. [Text] / Abidoeye, R.B.; Chan, A.P.C.// *J. Prop. Res.* – 2017. – 34. - 36–53 p.
12. Abidoeye, R.B. Artificial neural network in property valuation: Application framework and Res. Trend [Text] / Abidoeye, R.B.; Chan, A.P.C.// *Prop. Manag.* – 2017. – 35. - 554–571 p.
13. Abidoeye, R.B. Improving property valuation accuracy: A comparison of hedonic pricing model and artificial neural network [Text] / Abidoeye, R.B.; Chan, A.P.C.// *Pac. Rim Prop. Res. J.* – 2018. – 24. - 71–83 p.
14. Hui, S.K. A Hierarchical Bayesian Approach for Residential Property Valuation: Application to Hong Kong Housing Market [Text] / Hui, S.K.; Cheung, A.; Pang, J.// *Int. Real Estate Rev.* – 2010. – 13. - 1–29 p.
15. Салтанов А. Г. Применение современных программных средств, реализующих алгоритмы метода анализа иерархий и метода нейронных сетей в задачах индивидуальной и массовой оценки // *Имущественные отношения в РФ*. - 2011. - №2.
16. Lepikhina O. Y. The mathematical modelling of the land resources mass evaluation in agriculture [Text] /Pavlova V. A. , Sulin M. A. // *Journal of Physics: Conference Series*. - № 1333. - 2019. - С 1 - 6 .
17. Баникевич, Т. Д. Влияние охранной зоны инженерных коммуникаций на кадастровую стоимость земель (на примере Ленинградской области) / Т. Д. Баникевич // *Современные тенденции в кадастрах, землеустройстве и геодезии : материалы II Межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 17–18 марта 2022 года*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 184-191.

18. Arribas, I. Mass Appraisal of Residential Real Estate Using Multilevel Modelling [Text] / Arribas, I.; Garcia, F.; Guijaro, F.; Oliver, J.; Tamosiuniene, R. // *Int. J. Strateg. Prop. Manag.* – 2016. – 20. – 77-87 p.
19. Комаров, С. И. Методы кластерного зонирования территории региона для целей управления земельными ресурсами / С. И. Комаров, Д. В. Антропов // *Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление.* – 2017. – Т. 16. – № 1. – С. 66-85.
20. Иоселиани, Н. А. Методические подходы к оценочному зонированию для целей государственной кадастровой оценки / Н. А. Иоселиани // *Имущественные отношения в Российской Федерации.* – 2018. – № 7(202). – С. 41-49.
21. Skachkova, M. E. Use of regression analysis to calculate the required number of stalls for disabled people in the trade objects construction / Skachkova, M. E., Gureva, O. S. // *Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019. – 698(5) doi:10.1088/1757-899X/698/5/055020
22. Antipov, E.A. Mass appraisal of residential apartments: An application of Random forest for valuation and a CART-based approach for model diagnostics [Text] / Antipov, E.A.; Pokryshevskaya, E.B. // *Exp. Syst. Appl.* – 2017. – 39. – 1772–1778 p.
23. Скачкова М.Е. Оценка степени градостроительных преобразований урбанизированных территорий с использованием гис-технологий/ Скачкова М.Е.; Дьячкова И.С.; Кремчев Э.О // *Природообустройство.* 2019. №4.
24. Применение геоинформационных систем при проведении кадастровой оценки объектов недвижимости в Российской Федерации / А. В. Осенняя, И. С. Грибкова, Б. А. Хахук [и др.] // *Региональные геосистемы.* – 2020. – Т. 44. – № 1. – С. 55-63.
25. Баникевич Т. Д., Современные особенности кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения / Е. Н. Быкова, Т. Д. Баникевич, И. И. Рагузин // *Инженерный вестник Дона.* – 2022. – № 6(90). – С. 1-14.
26. Рагузин И. И. Перспективы применения методов машинного обучения в кадастровой оценке недвижимости/ Рагузин И. И., Лепихина О. Ю., Балтыжакова Т. И. // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: ЭКОНОМИКА и ПРАВО.* -2020. - №01. -С. 48-50
27. Demidova, P. 3D modelling in solution of cadastral and geodetic tasks/ Demidova, P. , Kolesnik, O., & Fatin, H. A. // *Paper presented at the E3S Web of Conferences.* - (2020).- 164 doi:10.1051/e3sconf/202016407014
- 1 28. Jia, Q. Study on ecological evaluation of urban land based on GIS and RS technology/ Jia, Q., Zhessakov, A. // *Arabian Journal of Geosciences.* 2021. - 14(4) doi:10.1007/s12517-021-06586-6
29. Балаш, В. А. Особенности построения географически взвешенной регрессии для моделирования рынка недвижимости /В. А. Балаш, О. С. Балаш, А. В. Харламов // *Вестник Саратовского государственного социально - экономического университета.* - 2008. - № 5 (24). - С. 23-29.
30. Павлова В. А. Новейшие технологии в кадастровой деятельности [Текст] / Е. Л. Уварова.; В. А. Павлова // *Записки Горного института.* 2019 - Том 225. - С. 313.
31. Lockwood, T. Efficacy in Modelling Location within the Mass Appraisal Process [Text] / Lockwood, T. ; Rossini, P. // *Pac. Rim Prop. Res. J.* – 2011. – 17. – 418–442 p.
32. Dimopoulos, T. A Proposal of a Mass Appraisal System in Greece with САМА System: Evaluating GWR and MRA techniques in Thessaloniki Municipality [Text] / Moulas, A. Dimopoulos, T.// *Open Geosci.* – 2016. – 8. – 675–693 p.
33. Захаров А. В.; Харламов А. В. Техника геокодирования в построении географически взвешенных регрессионных моделей при массовой оценке в условиях неопределенности и неоднородности исходных данных // *Имущественные отношения в РФ.* - 2010. - №7.
34. Baltyzhakova T. I. Analysis of urban territory in terms of accessibility to social objects [Text] / Bryzhataya E. S.; Baltyzhakova T. I. // *Journal of Physics Conference Series.* - № 1333. - 2019. - С 1 - 7 .

35. Быкова Е. Н. Оценка негативных инфраструктурных экстерналий при определении стоимости земель / Быкова Е. Н. // Записки Горного института. -2021. - Том 247. - С. 154-170. DOI: 10.31897/PMI.2021.1.16
36. Jahanshiri, E. A Review of Property Mass Valuation Models [Text] / Jahanshiri, E. Buyong, T.; Shariff, A.R.M. // Pertanika J. Sci. Technol. – 2011. – 19. - 23–30 p.
37. Uberti, M.S. Mass appraisal of farmland using classical econometrics and spatial modeling [Text] / Uberti, M.S.; Homem Antunes, M.A.; Debiasi, P.; Tassinari, W.// Land Use Policy. – 2018. – 72. - 161–170 p.
38. Zhang, R. An improved spatial error model for the mass appraisal of commercial real estate based on spatial analysis: Shenzhen as a case study [Text] / Du, Q.; Geng, J.; Liu, B.; Huang, Y. // Habitat Int. 2015. – 46. - 196–205 p.
39. Palma, M. The residential real estate market in Italy: A spatio-temporal analysis [Text] / Palma, M ; Cappello, C.; De Iaco, S.; Pellegrino, D.// Qual. Quant. – 2019. – 53. - 2451–2472 p.
40. Беляева, А. В. Построение моделей массовой оценки объектов недвижимости с учетом пространственной зависимости / А. В. Беляева, Е. А. Гребенюк //Проблемы управления. - 2014 г. - № 1. - С. 639-650.
41. Guo, J. An integrated cost-based approach for real estate appraisals [Text]/ Guo, J. ; Xu, S.; Bi, Z. // Inf. Technol. Manag. – 2014. – 15. - 131–139 p.
42. Gabrielli, L. Gaps and Overlaps of Urban Housing Sub-market: Hard Clustering and Fuzzy Clustering Approaches [Text] / Gabrielli, L.; Giuffrida, S.; Trovato, M.R.// In Appraisal: From Theory to Practice.
43. Kovyazin, V. F. Cadastral valuation of forest lands, taking into account the degree of development of their infrastructure [Text] / Kovyazin, V. F , Kitsenko, A. A., & Shobairi, S. O. R. // Journal of Mining Institute. - 2021. - 249(5). - 449-462.
44. Романчиков А. Ю. Проблема кадастровой оценки лесных земель с учетом инфраструктуры лесного фонда [Текст] / В. Ф. Ковязин, А. Ю. Романчиков// Записки Горного института. - 2019.- Том 229. - С. 98.
45. Calka, B. Estimating Residential Property Values on the Basis of Clustering and Geostatistics [Text] / Calka, B. // Geosciences. - 2019. – 9. – 143 p.
46. Garcia, N. ANN plus GIS: An automated system for property valuation [Text] / Garcia, N., Gamez, M., Alfaro, E. // Neurocomputing 2008. – 71. - 733–742 p.
47. Kopylova, N. Methods of displaying geospatial information using cartographic web technologies for the arctic region / Kopylova, N., Starikov, I. P. // Geodezia i Kartografia. -2021. - 971(5). - 15-22.
48. Mou, C. Recommending property with short days-on-market for estate agency A real estate appraisal approach by using transactions data and profile information. [Text] / Mou, C.; Zhou, Q.; Ran, Y.; Ge, L.; Wang, Y.// J. Ambient Intell. Humaniz. Comput. – 2018. – 9. - 2077–2092 p.

© А. И. Иванова, 2023