

УДК 332.6(571.12)

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-274-289

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ И ЦЕНООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ГОРОДА ТЮМЕНИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ)

Екатерина Дмитриевна Подрядчикова

Тюменский индустриальный университет, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, e-mail: podryadchikova_ed@mail.ru

Лариса Николаевна Гилёва

Тюменский индустриальный университет, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, кандидат географических наук, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, e-mail: lora_26_65@mail.ru

Алексей Викторович Дубровский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, зав. кафедрой кадастра и территориального планирования, тел. (383)361-01-09, e-mail: avd5@ssga.ru

В настоящее время кадастровая стоимость объектов недвижимости определяется не только для целей формирования налоговой базы. Она является основным инструментом регулирования имущественных отношений между гражданами и государством. Кадастровую стоимость совокупности объектов недвижимости, расположенных на территории субъектов РФ можно определить в процессе государственной кадастровой оценки с минимальными трудозатратами. Нормативно-правовое и методическое обеспечение государственной кадастровой оценки за последние годы существенно изменилось: данный вид работ передан в ведение государственных бюджетных учреждений субъектов РФ, что позволит в дальнейшем обеспечить преемственность информации, единство технологии и повысить ответственность за результаты оценки. Однако немаловажным остается вопрос математического обоснования закономерности изменения кадастровой стоимости от разнородных ценообразующих факторов. В статье проведен трехстадийный отбор ценообразующих факторов и выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на кадастровую стоимость земельных участков, предназначенных для индивидуальной жилой застройки в г. Тюмени. Для анализа взаимосвязи кадастровой стоимости земельных участков и ценообразующих факторов применялся метод корреляционно-регрессионного анализа по классическим формулам статистики. Полученные уравнения зависимостей кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, и ценообразующих факторов проанализированы с точки зрения основных показателей качества корреляционно-регрессионной моделей и статистических коэффициентов.

Ключевые слова: государственная кадастровая оценка, ценообразующий фактор, корреляционно-регрессионный анализ, кадастровая стоимость, геоинформационные системы.

Введение

Общеизвестно, что мероприятия по определению кадастровой стоимости объектов недвижимости осуществляются в рамках нормативно-правовой базы кадастровой и рыночной оценки недвижимого имущества [1]. Важным индикатором заинтересованности органов власти в эффективности проведения и достоверности результатов государственной кадастровой оценки служит постоянное обновление и совершенствование регламентирующих законодательных актов [2]. С 1 ноября 2017 г. вступили в законную силу обновленные методические указания о проведении государственной кадастровой оценки (далее – Методика), где подробно изложены основные понятия, принципы и порядок определения кадастровой стоимости объектов недвижимости [3].

Большой интерес вызвало формирование государственных бюджетных учреждений наряду с действующими в настоящее время независимыми оценщиками [4]. Такие организации призваны выполнять государственную кадастровую оценку на постоянной основе, что позволит создавать, обновлять и совершенствовать базы данных информации, необходимой для определения кадастровой стоимости, а также находиться в постоянном взаимодействии с органами власти всех уровней и минимизировать сроки выполнения работ. Не менее значимыми и обсуждаемыми стали ключевые положения самой методики, например, отличительной особенностью является группировка земельных участков в 14 основных сегментов в соответствии с видами использования, а не по категориям земель, как было ранее [5]. Сформированный перечень земельных участков, подлежащих государственной кадастровой оценке, направляется на согласование органам местного самоуправления. В результате подготавливается документ, в котором указаны виды разрешенного использования каждого объекта недвижимости, расположенного на оцениваемой территории, на основании письменного подтверждения [6]. Таким образом, отбор и классификация объектов недвижимости выполняется подробнее, чем было раньше, каждый объект подвергается более детальному изучению и индивидуальному рассмотрению, что положительно скажется на качестве подготовки исходных данных.

Государственная кадастровая оценка по действующей Методике уже проведена в некоторых субъектах РФ, таких как Московская область, Ленинградская область, Рязанская область и др. Но при этом остается большое количество регионов, где кадастровая стоимость не устраивает ни собственников, ни органы власти [7]. В 2018 г. в специально созданные при территориальных органах Росреестра комиссии по оспариванию результатов кадастровой оценки поступило более 24 тысяч заявлений о пересмотре результатов определения кадастровой стоимости, а в судах инициировано более 12 тысяч споров о величине, внесенной в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) кадастровой стоимости, что отражает неуклонно растущую из года в год заинтересованность граждан в пересмотре кадастровой стоимости принадлежащих им объектов недвижимости. Возможной причиной этого стала массовость государственной кадастровой

оценки без учета индивидуального подхода к каждому объекту недвижимости, породившая большое количество ошибок при ее проведении [8].

Целью нашего исследования является применение корреляционно-регрессионного метода для анализа соответствия результатов кадастровой стоимости и ценообразующих факторов, изложенных в действующей Методике на примере одного сегмента «Садоводство и огородничество, малоэтажная жилая застройка» на территории города Тюмени, предназначенного для индивидуальной жилой застройки, моделирование уравнения взаимосвязи кадастровой стоимости с наиболее значимыми ценообразующими факторами, выявление особенностей действующей Методики и разработка вариантов дальнейшего совершенствования процесса государственной кадастровой оценки.

Методы и объект исследования

В настоящее время наиболее распространенным при проведении государственной кадастровой оценки среди методов статистического анализа считается корреляционно-регрессионное моделирование, позволяющее оперировать объектами сложной многофакторной природы [9]. В результате статистического анализа для целей кадастровой оценки необходимо получить математическую формулу связи зависимой переменной (кадастровой стоимости) и значений независимых (ценообразующих факторов) [10]. Для осуществления корреляционно-регрессионного моделирования необходимо наличие массива данных по всем исследуемым факторам и прогнозов для зависимой переменной, которые не будут существенно меняться при добавлении новой информации [11].

Процесс моделирования уравнений зависимости кадастровой стоимости объектов недвижимости и ценообразующих факторов методически можно представить в виде последовательно выполняющихся следующих этапов.

Первый этап. Определить перечень ценообразующих факторов, влияющих на кадастровую стоимость. В действующих методических указаниях [3] приведен примерный перечень ценообразующих факторов, состоящий из 56 показателей земельных участков и объектов капитального строительства. При этом отказ от использования или введение дополнительных ценообразующих факторов должен быть обоснован.

Второй этап. Выбрать вид уравнения, связывающего зависимую переменную с ценообразующими факторами: линейная, мультипликативная степенная или экспоненциальная зависимость.

Третий этап. Выполнить анализ качества показателей корреляционно-регрессионной модели и расчет коэффициентов статистической модели. Все расчеты выполняются в программе Excel с использованием дополнительной надстройки «Анализ данных».

Полученная в результате статистическая модель зависимости кадастровой стоимости и ценообразующих факторов должна быть статистически объяснимой и достоверной, с точки зрения рыночного ценообразования.

В качестве объекта исследования выступает уровень кадастровой стоимости незастроенных земельных участков, предназначенных для индивидуальной жилой застройки в городе Тюмени, которые согласно действующей Методике относятся к 13 сегменту «Садоводство и огородничество, малоэтажная жилая застройка». Выбор данного сегмента земельных участков обоснован наибольшей вовлеченностью в рыночный оборот, согласно статистике о продаже в открытых источниках, и заинтересованностью собственников в перерасчете кадастровой стоимости, по данным о количестве заявлений о пересмотре результатов определения кадастровой стоимости [12]. Так, по данным Росреестра на территории города Тюмени за 2018 г. по требованию собственников в индивидуальном порядке выполнен пересмотр стоимости 1 352 земельных участков, предназначенных для индивидуальной жилой застройки [13].

Анализ кадастровой стоимости земельных участков, предназначенных для индивидуальной жилой застройки в городе Тюмени, с определением относительной разницы кадастровой стоимости до ее пересмотра и после представлен в табл. 1.

Таблица 1

Статистика кадастровой стоимости земельных участков, предназначенных для индивидуальной жилой застройки в городе Тюмени

Средняя пересмотренная кадастровая стоимость 1 м ² , руб.	Средняя кадастровая стоимость до пересмотра 1 м ² , руб.	Средняя рыночная стоимость 1 м ² , руб.	Относительная разница, %	Суммарная площадь, м ²
6 947,16	12 593,67	6 258,71	-11,73	1 622 405

В исследовании примем значение средней рыночной стоимости 1 м² 6 947,16 руб. за эталонное, удовлетворяющее собственников и органы власти. Сравнив полученное значение средней пересмотренной кадастровой стоимости и рыночной стоимости схожих земельных участков на территории города Тюмени, можно сделать вывод о незначительном расхождении величин. Получена относительная разница в 11,73 %, что говорит о соблюдении требуемого законодательством соотношения рыночной и кадастровой стоимости [14].

Главным условием корректного применения методов корреляционно-регрессионного анализа считается наличие однородной исходной информации и достаточный объем объектов сопоставления. Поэтому важным для построения модели взаимосвязи кадастровой стоимости и ценообразующих факторов является количество объектов-аналогов генеральной совокупности, которое в настоящее время не утверждено законодательно [15]. В условиях активного рынка и открытой информации о сделках есть возможность использовать весь объем корректных однородных объектов, имеющих характеристики по всем ценнообразующим факторам, что является благоприятным с точки зрения ста-

тики [16]. Однако при наблюдаемом на сегодняшний момент несовершенстве рынка недвижимости и дефиците исходных данных приходится говорить о минимальном и достаточном количестве объектов-аналогов [17]. В нашем исследовании минимальный объем выборки составляет 60 объектов недвижимости при рассматриваемом далее количестве факторов (доверительный интервал $95 \pm 5 \%$).

Результаты исследования и их обсуждение

Отбор ценообразующих факторов для построения модели кадастровой стоимости следует выполнять на основе анализа социально-экономического состояния исследуемой территории, с учетом статистических критериев. Практика зарубежных и отечественных исследований показала необходимость соблюдения трех этапов отбора факторов [18–20].

На 1-м этапе осуществляется априорный анализ, при котором на факторы, включаемые в состав модели, не накладываются никакие ограничения. Состав ценообразующих факторов кадастровой стоимости определяется на основе примерного перечня ценообразующих факторов, предусмотренного Методикой, и анализа информации о рынке недвижимости города Тюмени. При построении модели преимущество отдавалось ценообразующим факторам, характеризующим объект недвижимости, размещение объектов инженерной инфраструктуры, и факторам местоположения.

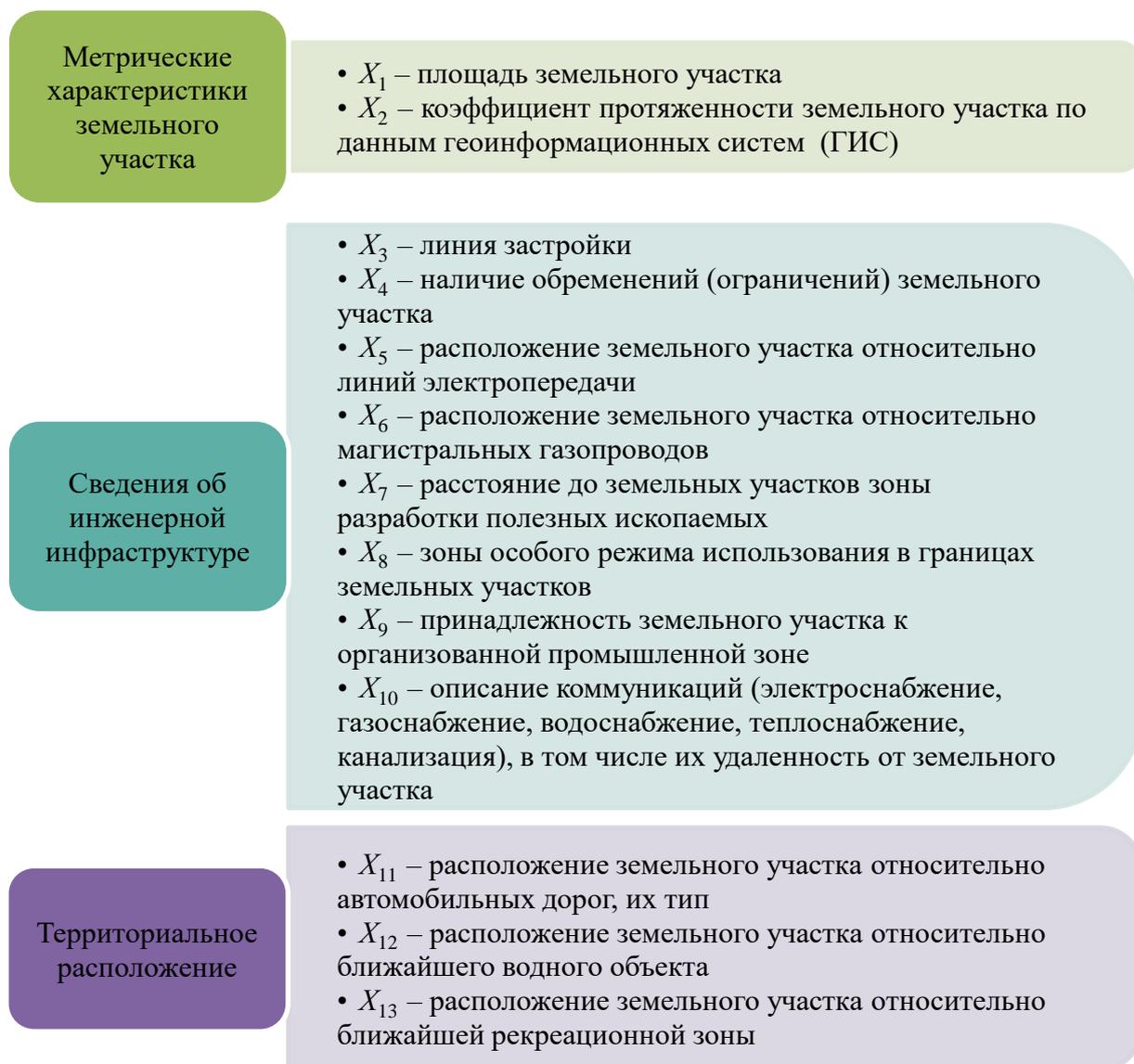
При моделировании кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, выбранные ценообразующие факторы сгруппированы по характеру представления в три группы.

Схема группировки ценнообразующих факторов земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, представлена на рисунке.

Таким образом, для построения статистической модели выбирались ценообразующие факторы, которые репрезентативны и актуальны для территории города Тюмени, при этом из предлагаемого примерного перечня на 1-м этапе исключены характеристики почв, относящиеся только к сельскохозяйственным землям, а также факторы, связанные с объектами капитального строительства.

На 2-м этапе проводится анализ и исключение части ценообразующих факторов из дальнейшего исследования путем составления матрицы корреляции. Каждый элемент из матрицы корреляции является парным коэффициентом взаимосвязи факторов между собой и результирующим показателем кадастровой стоимости. Коэффициенты принимают значения от -1 до 1 , при этом положительные величины свидетельствуют о прямой взаимосвязи, а отрицательные значения говорят об обратной зависимости: чем больше значение коэффициента у данного фактора, тем меньше результирующая величина кадастровой

стоимости [21]. Отсев факторов проводится по правилам статистического анализа, согласно которым следует исключать ценнообразующие факторы с наиболее слабой зависимостью от кадастровой стоимости. Взаимозависимые показатели следует также исключить, для получения достоверных и корректных результатов [22].



Группы ценнообразующих факторов земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки

Полученная матрица парных коэффициентов корреляции основных ценнообразующих факторов объектов недвижимости города Тюмени приведена в табл. 2.

Таблица 2

Матрица парных коэффициентов корреляции основных ценообразующих факторов объектов недвижимости города Тюмени

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	1												
X_2	0,23	1											
X_3	0,27	0,42	1										
X_4	-0,42	-0,2	0,14	1									
X_5	0,15	-0,27	0,34	-0,07	1								
X_6	-0,15	-0,46	0,03	0,24	0,14	1							
X_7	-0,21	-0,33	-0,16	0,51	0,34	0,3	1						
X_8	-0,18	0,25	0,35	0,34	0,03	-0,44	0,27	1					
X_9	0,28	0,38	-0,31	-0,2	-0,16	0,09	-0,28	0,13	1				
X_{10}	-0,19	-0,23	0,17	-0,22	0,35	0,09	0,44	0,05	0,42	1			
X_{11}	0,14	-0,22	0,23	0,06	0,31	0,37	0,27	-0,36	0,17	0,1	1		
X_{12}	-0,06	0,35	-0,29	0,17	0,17	-0,49	0,26	0,43	0,16	0,47	0,87	1	
X_{13}	0,25	0,65	0,52	-0,54	-0,34	0,51	0,62	0,32	0,43	0,12	0,52	0,22	1
Y	0,89	0,72	0,14	-0,07	0,23	0,38	0,41	-0,42	-0,27	0,22	0,83	0,68	0,73

Анализируя матрицу корреляции, следует отметить что значения коэффициентов факторов удаленности земельного участка относительно линий электропередачи (X_5), магистральных газопроводов (X_6), водоснабжение, теплоснабжение, канализация (X_{10}) на городской территории не имеют существенного влияния, что связано с наличием основных инженерных коммуникации у большинства оцениваемых объектов на территории города Тюмени, поэтому данные факторы можно исключить.

Факторы, которые характеризуются наличием или отсутствием выбранного критерия (только 0 или 1), также в меньшей степени влияют на кадастровую стоимость земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, их коэффициенты корреляции малы, следовательно, учет таких особенностей должен проводиться в индивидуальном порядке или в виде поправочных коэффициентов [23]. В связи с этим из дальнейшего исследования исключены факторы, характеризующие линию застройки (X_3), наличие обременений (ограничений) земельного участка (X_4), расстояние до земельных участков зоны разработки полезных ископаемых (X_7), размещение зон особого режима использования в границах земельных участков (X_8) и принадлежность земельного участка к организованной промышленной зоне (X_9).

Коэффициенты превышают 0,6 у факторов: площадь земельного участка (X_1), протяженность земельного участка (X_2), расположение земельного участка относительно автомобильных дорог (X_{11}), водного объекта (X_{12}) или рекреаци-

онной зоны (X_{13}). Соответственно, можно говорить о высокой тесноте связи выбранных ценообразующих факторов с кадастровой стоимостью. Следует заметить, что данные факторы отнесены к группе «Территориального расположения» и «Метрических характеристик», значит они носят пространственный характер или получаются путем анализа топографических характеристик объекта недвижимости. Для корректного вычисления площади, протяженности и удаленности от объекта рекомендуется использовать геоинформационные системы.

На 3-м этапе, завершающем, выполняется анализ значимости вектора оценок параметров множественной регрессии с использованием критерия Стьюдента [24]. Рассчитанное значение критерия Стьюдента сравнивают с его табличным значением при выбранной доверительной вероятности (как правило, 0,95) и числе степеней свободы. Если вычисленное расчетное значение выше, чем табличное, то коэффициент регрессии является значимым с данной доверительной вероятностью. В противном случае есть основания для исключения соответствующей переменной из регрессионной модели [25].

Полученные значения критерия Стьюдента для каждого ценообразующего фактора, оказывающие наибольшее влияние на кадастровую стоимость земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сводные данные оценки ценообразующих факторов по критерию Стьюдента

Ценообразующий фактор	X_1	X_2	X_{11}	X_{12}	X_{13}
Критерий Стьюдента	2,653	2,435	3,842	2,168	4,563
Табличное значение критерия Стьюдента	2,131				
Значимость фактора (да/нет)	Да	Да	Да	Да	Да

Таким образом, в результате анализа и отбора ценообразующих факторов с использованием корреляционно-регрессионного анализа можно сделать вывод о дальнейшем построении модели кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, с использованием следующих ценообразующих факторов:

- площадь земельного участка;
- коэффициент протяженности земельного участка по данным геоинформационных систем;
- расположение земельного участка относительно автомобильных дорог, их тип;
- расположение земельного участка относительно ближайшего водного объекта;
- расположение земельного участка относительно ближайшей рекреационной зоны;
- расположение земельного участка относительно железных дорог.

Наиболее трудозатратным и длительным является процесс поиска для всех объектов генеральной совокупности необходимых данных по каждому ценообразующему фактору [26, 27]. Следует заметить, что все значимые факторы модели кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, носят пространственный характер. Обзор геоинформационных систем показывает, что во всех широко распространенных программных продуктах, таких как QGIS, ArcGIS, MapInfo, имеется достаточное количество инструментов для выполнения требуемого пространственного анализа [28, 29].

Полученные в ходе исследования уравнения регрессии кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Уравнения регрессии кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки

Вид уравнения	Уравнение взаимосвязи
Аддитивная модель	$Y = 530,5405 + 1,1537 \cdot X_1 + 0,008 \cdot X_2 + 0,241 \cdot X_{11} + 18,417 \cdot X_{12} + 0,65 X_{13}$
Мультипликативная	$Y = 101,2414 \cdot X_1^{0,1211} \cdot X_2^{0,0875} \cdot X_{11}^{0,7015} \cdot X_{12}^{0,8602} \cdot X_{13}^{0,03}$
Экспоненциальная	$Y = 392,06 \cdot e^{0,009 \cdot X_1 + 0,1588 \cdot X_2 + 0,0001 \cdot X_{11} + 0,8582 \cdot X_{12} + 1,368 \cdot X_{13}}$

Уравнения регрессии кадастровой стоимости проверяются на соответствие требованиям статистической адекватности и закономерности построения по контрольной и обучающей выборке [30]. Одним из наиболее эффективных вариантов проверок уравнений регрессии является вычисление коэффициента детерминации, который принимает значения от 0 до 1 и характеризует степень выраженной связи между переменными [31]. Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем лучше регрессия аппроксимирует эмпирические данные, тем теснее наблюдения примыкают к линии регрессии [32].

Среднее значение ошибки аппроксимации из относительных отклонений определяется для изучения статистического качества модели, величина которого должна быть не более 15 [33].

В эконометрических задачах статистическая значимость модели определяется с использованием критерия Фишера. Модель считается значимой, если найденное значение превышает пороговое, приведенное в специальных таблицах [34].

Результаты анализа трех вариантов уравнений регрессии кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, по всем вышеперечисленным критериям представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты анализ качества показателей корреляционно-регрессионной модели и расчет коэффициентов статистической модели

Название модели	Коэффициент детерминации		Контроль	Средняя ошибка аппроксимации		Контроль	Критерий Фишера	Контроль	Статистическая значимость модели (да/нет)
	обучающая выборка	контрольная выборка		обучающая выборка	контрольная выборка				
Аддитивная модель	0,632	0,856	1	13,5%	9,1 %	15 %	14,8	5,27	да
Мультипликативная модель	0,354	0,165		2,3 %	6,3 %		33,2		да
Экспоненциальная модель	0,525	0,953		7,1 %	3,3 %		19,2		да

Таким образом, все полученные уравнения взаимосвязи кадастровой стоимости земельных участков города Тюмени, предназначенных для индивидуальной жилой застройки, обладают свойством статистической устойчивости (сбалансированности) и могут применяться для расчета кадастровой стоимости аналогичных объектов недвижимости. При этом все значимые ценообразующие факторы имеют связь с пространственными характеристиками объекта недвижимости, для их учета необходимо знать точное местоположение границ объекта или определять расстояние до значимых элементов инфраструктуры (автомобильных или железных дорог, водных объектов, рекреационных зон).

Однако следует отметить ряд проблем, связанных с проведением государственной кадастровой оценки недвижимости в части определения ценообразующих факторов.

Во-первых, в актуальных сведениях ЕГРН существует недостаток информации о местоположении границ земельных участков. Так, согласно отчетным данным Росреестра на 1 января 2019 г., доля земельных участков, у которых отсутствуют координаты характерных точек границ (графические данные), составила 55,6 % [13]. Значит появляется вынужденная необходимость исполнителям самостоятельно вносить в геоинформационные системы данные для расчета ценообразующих факторов, связанных с пространственными характеристиками, а также выполнять геокодирование значимых водных объектов, рекреационных зон и других объектов социально-бытового и культурного назначения.

Во-вторых, в настоящее время не существует единого информационного ресурса, который содержал бы разнородную информацию об объектах недвижимости, необходимую для кадастровой оценки, все действующие справочно-информационные системы имеют узконаправленный характер, зачастую дублируя друг друга [35]. Для решения этой проблемы необходимо формировать геоинформационные системы, позволяющие эффективно накапливать, обнов-

лять и использовать информацию о значениях ценообразующих факторов путем ведения тематических карт территории населенных пунктов [36].

Заключение

Кадастровая стоимость объектов недвижимости связана с совокупностью разнородных ценообразующих факторов, которые образуют комплексный облик оцениваемой территории. Для того чтобы выявить состав ценообразующих факторов, оказывающих наибольшее влияние на результирующую величину кадастровой стоимости, следует применять корреляционно-регрессионный анализ.

Проблемы, возникающие при выполнении государственной кадастровой оценки объектов недвижимости, возможно решить с использованием современных геоинформационных систем, а именно:

– необходимость серьезных временных затрат на организацию подготовки исходной информации устраняется широким спектром возможностей геоинформационных систем, призванных обеспечить информационную основу сбора, обобщения, анализа, управления и отображения больших наборов комплексных данных;

– факторы группы «Территориального расположения», которые показали наибольшую статистическую значимость, могут автоматически вычисляться в геоинформационных системах, а также актуализироваться при добавлении новых значимых элементов инфраструктуры;

– геоинформационные системы позволяют получать тематические карты по каждому ценообразующему фактору, интерполируя значения для промежуточных объектов недвижимости и объектов недвижимости, не имеющих характеристик в исходной базе данных;

– появляется возможность упростить процесс поиска аналогичных объектов недвижимости, территорий и населенных пунктов, что является актуальным при несовершенстве рынка недвижимости и дефиците исходных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнова Е. А., Засядь-Волк В. В. Кадастровая стоимость земельных участков как один из факторов земельных отношений территории // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2016. – № 18 (239). – С. 142–147.

2. Липски С. А. Проблемы и перспективы законодательного регулирования проведения государственной кадастровой оценки // Правовые вопросы недвижимости. – 2016. – № 2. – С. 33–36.

3. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке [Электронный ресурс] : приказ Минэкономразвития России от 12.05.2017 № 226 (ред. от 09.08.2018). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Жданова Р. В. Особенности нормативно-правового регулирования государственной кадастровой оценки объектов недвижимости на современном этапе // Московский экономический журнал. – 2019. – № 3. – С. 59–64.

5. Шаповалов Д. А., Саакян А. А. Прогнозирование использования земельных ресурсов муниципального образования (на примере СП «Десневское» НАО г. Москвы) // *Современные проблемы эффективного землепользования : сб. науч. трудов.* – 2016. – С. 31–38.
6. Варламов А. А., Гальченко С. А., Жданова Р. В. У истоков оценочной деятельности в России : учеб. пособие. – М. : ГУЗ, 2019. – 326 с.
7. Москвин В. Н., Соколова Т. А. Методика экспертной оценки земель населенных пунктов производственного назначения для оспаривания их кадастровой стоимости в комиссии Росреестра и в суде // *Вестник СГУГиТ.* – 2018. – Вып. 2 (23). – С. 185–199.
8. Быкова Е. Н., Сеньковская К. Э., Доценко Я. Н. Некоторые аспекты массовой оценки земель населенных пунктов: проблемы и пути решения // *Успехи современной науки и образования.* – 2017. – Т. 8, № 2. – С. 208–211.
9. Грибовский С. В., Сивец С. А. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества : учеб. пособие. – М. : Финансы и кредит, 2008. – 368 с.
10. Радченко С. Г. Методология регрессионного анализа : монография. – Киев : Корнийчук, 2011. – 376 с.
11. Седова Е. Н. Моделирование стоимости вторичного жилья на региональном рынке: пространственный подход // *Вестник ОГУ.* – 2014. – Вып. 14 (175). – С. 458–464.
12. Черных Е. Г., Новиков Ю. А., Щукина В. Н. Особенности определения кадастровой стоимости на примере Тюменской области // *Международный сельскохозяйственный журнал.* – 2019. – № 3 (369). – С. 45–47.
13. Официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/wps/portal/>.
14. Об оценочной деятельности в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ (ред. от 03.08.2018). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
15. Дубровский А. В., Подрядчикова Е. Д. К вопросу совершенствования системы оценки недвижимого имущества на основе расчета показателя социальной комфортности // *Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.* – 2014. – № 4. – С. 153–157.
16. Renigier-Bilozor M., Janowski A. Geoscience Methods in Real Estate Market Analyses Subjectivity Decrease // *Geosciences.* – 2019. – № 9. – P. 130–138.
17. Гладких Н. И., Кузнецова В. В. Определение необходимого количества аналогов при заданном числе ценообразующих факторов для целей оценки недвижимости методами корреляционно-регрессионного анализа // *Имущественные отношения в Российской Федерации.* – 2016. – № 6 (177). – С. 75–84.
18. Анализ ценообразующих факторов, оказывающих влияние на кадастровую стоимость недвижимости / А. В. Дубровский, А. Л. Ильиных, О. И. Малыгина, В. Н. Москвин, А. В. Вишнякова // *Вестник СГУГиТ.* – 2019. – Т. 24, № 2. – С. 150–169.
19. 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. – Т. 330, № 2. – С. 65–74.
20. Chun Y. Modelling network autocorrelation within migration flows by eigenvector spatial filtering // *Journal of Geographical Systems,* 2018. – № 10 (4). – P. 317–344.
21. Basu S., Thibodeau T. G. Analysis of spatial autocorrelation in housing prices // *Journal of Real Estate Finance and Economics.* – 2016. – № 17. – P. 61–85.
22. Quintos C. Spatial weight matrices and their use as baseline values and location-adjustment factors in property assessment models // *Cityscape.* – 2013. – № 15. – P. 295–306.
23. Григорьев В. В. Обоснование необходимости поправочного коэффициента для расчета кадастровой стоимости недвижимости // *Экономические стратегии.* – 2018. – № 3 (153). – С. 110–117.

24. Driscoll J. C., Kraay A. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data // Review of Economics and Statistics. – 2015. – № 80. – P. 549–604.
25. Griffith D. Visualizing analytical spatial autocorrelation components latent in spatial interaction data: an eigenvector spatial filter approach // Comput, Environ Urban Syst. – 2011. – № 35. – P. 140–149.
26. Подрядчикова Е. Д. Усовершенствование методики земельно-оценочных работ на основе геоинформационного анализа социально-территориальных взаимосвязей элементов городской инфраструктуры // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 230–234.
27. Дубровский А. В., Подрядчикова Е. Д. О подходе к расчету показателя социальной комфортности населения для совершенствования систему оценки недвижимости // Вестник СГГА. – 2013. – № 3 (23). – С. 94–100.
28. Носов В. В., Цыпин А. П. Эконометрическое моделирование цены однокомнатной квартиры методом географически взвешенной регрессии // Известия Саратовского университета. Новые серии. Экономика. Управление. Право. – 2015. – № 4. – С. 381–387.
29. Ferretti V., Montibeller G. Key challenges and meta-choices in designing and applying multicriteria spatial decision support systems // Decis. Support Syst. – 2016. – № 84. – P. 41–52.
30. Дрейпер Н. Р., Смитов Г. В. Прикладной регрессионный анализ: пер. с англ. – М. : Вильямс, 2007. – 912 с.
31. Беляева А. В. Использование пространственных моделей в массовой оценке стоимости объектов недвижимости // Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4, № 3. – С. 639–650.
32. Mark J., Goldberg M. Multiple regression analysis and mass assessment // A review of the issue. Apprais. – 2016. – № 56. – P. 89–109.
33. Геопространственный дискурс опережающего и прорывного мышления / А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий, К. С. Байков, А. Г. Осипов, В. Н. Савиных // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 53–67.
34. Ковязин В. Ф., Лепихина О. Ю., Зимин В. П. Разработка прогнозной модели стоимости земель моногородов с учетом экономических факторов деятельности градообразующих предприятий (на примере Мурманской области) // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. Естественные науки. – 2018. – № 1. – С. 51–65.
35. Cellmer R., Belej M., Zrobek S., Subic-Kovac M. Urban Land Value Maps // Methodological Approach. Geod. Vestn. – 2014. – № 58. – P. 535–551.
36. Трехмерная визуализация неблагоприятных природных условий для корректировки кадастровой стоимости земель / Е. И. Аврунев, Н. В. Гатина, М. В. Козина, В. К. Попов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 1. – С. 181–190.

Получено 09.12.2019

© Е. Д. Подрядчикова, Л. Н. Гилёва, А. В. Дубровский, 2020

THE CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF CADASTRAL VALUE OF REAL ESTATE OBJECTS AND PRICE-FORMING FACTORS (ON THE EXAMPLE OF LAND PARCEL OF THE TYUMEN, INTENDED FOR INDIVIDUAL RESIDENCE)

Ekaterina D. Podryadchikova

Tyumen Industrial University, 38, Volodarskogo St., Tyumen, 625000, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Geodesy and Cadastral Activities, e-mail: lora_26_65@mail.ru

Larisa N. Gilyova

Tyumen Industrial University, 38, Volodarskogo St., Tyumen, 625000, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Geodesy and Cadastral Activities, e-mail: lora_26_65@mail.ru

Alexey V. Dubrovsky

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Head of the Department of Cadastre and Territorial Planning, e-mail: avd5@ssga.ru

Nowadays the cadastral value of real estate is determined not only for the formation of the tax base, but is also the main instrument for regulating property relations between citizens and the state. The cadastral value of real estate located on the territory of the constituent entities of the Russian Federation can be determined in the process of state cadastral valuation with minimum labor. The legal and methodological support of the state cadastral valuation has changed significantly in recent years: this type of work has been transferred to the state institutions of the constituent entities of the Russian Federation, which will allow ensuring in the future continuity of information, unity of technology and increasing responsibility for the results of the valuation. However, the issue of mathematical justification of the pattern of change in cadastral value from heterogeneous price-forming factors remains an important issue. The article conducted a three-stage selection of price-forming factors and identified the factors that have the largest impact on the cadastral value of land parcel of the Tyumen, intended for individual residence. The method of the correlation and regression analysis on classical statistical formula was used to analyze the relationship between cadastral value of real estate objects and price-forming factors. The obtained equations of cadastral value of land of land parcel of the Tyumen, intended for individual residence and price-forming factors are analyzed in terms of the main indicators of quality of the correlation and regression analysis and statistical coefficients.

Key words: state cadastral valuation, price-forming factor, correlation and regression analysis, cadastral value, geographic information systems.

REFERENCE

1. Smirnova, E. A. & Zasyazh-Wolf, V. V. (2016). Cadastral value of land plots as one of the factors of land relations of the territory. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: estestvennye nauki [Scientific Statements of the Belgorod State University. Series: Natural Sciences]*, 18(239), 142–147 [in Russian].
2. Lipski, S. A. (2016). Problems and prospects of legislative regulation of state cadastral assessment. *Pravovye voprosy nedvizhimosti [Legal Issues of Real Estate]*, 2, 33–36 [in Russian].
3. Order of the Ministry of Economic Development RF of May 12, 2017, № 226. On approval of methodological instructions on state cadastral valuation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
4. Zhdanova, R. V. (2019). Peculiarities of regulatory regulation of state cadastral valuation of real estate at the present stage. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal [Moscow Economic Journal]*, 3, 59–64 [in Russian].
5. Shapovalov, D. A. & Sahakyan, A. A. (2019). Forecasting of the use of land resources of the municipality (on the example of SP «Desenevskoe» NAO of Moscow). In *Sbornik nauchnykh trudov: Sovremennye problemy effektivnogo zemlepol'zovaniya [Collection of Scientific Paper: Modern Problems of Effective Land Use]* (pp. 31–38) [in Russian].
6. Varlamov, A. A. & Galchenko, S. A. & Zhdanov, R. V. (2019). *U istokov otsenochnoy deyatel'nosti v Rossii [At the origin of evaluation activity in Russia]*. Moscow: GUZ Publ., 326 p. [in Russian].

7. Moskvina, V. N. & Sokolova, T. A. (2018). Methodology of expert assessment of lands of settlements of industrial purpose to challenge their cadastral value in the Commission of Rosreestr and in court. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(2), 185–199 [in Russian].
8. Bykova, E. N. & Senkovskaya, K. E. & Dotsenko, Y. N. (2017). Some aspects of the mass assessment of the lands of settlements: problems and solutions. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya [Successes in Modern Science and Education]*, 2(8), 208–211 [in Russian].
9. Gribovsky, S. V. & Sivets, S. A. (2008). *Matematicheskie metody otsenki stoimosti nedvizhimogo imushchestva [Mathematical methods for assessing the value of real estate]*. Moscow: Finansy i kredit Publ., 368 p. [in Russian].
10. Radchenko, S. G. (2011). *Metodologiya regressionnogo analiza [Methodology of regression analysis]*. Kiev: Korniychuk Publ., 376 p. [in Russian].
11. Sedova, E. N. (2014). Modeling the cost of secondary housing in the regional market: a spatial approach. *Vestnik OGU [Vestnik OSU]*, 14(175), 458–464 [in Russian].
12. Chernykh, E. G. & Novikov, Y. A., & Schukina, V. N. (2019). Features of determining the cadastral value on the example of the Tyumen region. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal [International Agricultural Journal]*, 3(369), 45–47 [in Russian].
13. Official Site of Rosregister. (n. d.). Retrieved from <https://rosreestr.ru/wps/portal/>.
14. Federal Law of July 29, 1998 № 135–FZ. On appraisal activity in the Russian Federation. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
15. Dubrovsky, A. V. & Podryadchikova, E. D. (2014). On the issue of improving the system for assessing real estate based on the calculation of the indicator of social comfort. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4/S, 153–157 [in Russian].
16. Renigier-Bilozor, M. & Janowski, A. (2019). Geoscience Methods in Real Estate Market Analyses Subjectivity Decrease. *[Geosciences]*, 9, 130–138.
17. Gladkikh, N. I. & Kuznetsova, V. V. (2016) Determination of the required number of analogues for a given number of pricing factors for the purpose of real estate valuation by correlation and regression analysis. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii [Property relations in the Russian Federation]*, 6(177), 75–84 [in Russian].
18. Dubrovsky, A. V., Ilyinykh, A. L., Malygina, O. I., Moskvina, V. N., & Vishnyakova, A. V. (2019). Analysis of pricing factors affecting the cadastral value of real estate. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 24(2), 150–169 [in Russian].
19. Lepikhina, O. Y., & Pravdina, E. A. (2019). Variable accounting of pricing factors at cadastral assessment of lands (on cadastral assessment of lands (on the example of the city of St. Petersburg)). *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov [News of the Tomsk Polytechnic University. Engineering Georesurs]*, 2(330), 65–74 [in Russian].
20. Chun, Y. (2018). Modelling network autocorrelation within migration flows by eigenvector spatial filtering. *Journal of Geographical Systems*, 10(4), 317–344.
21. Basu, S., & Thibodeau, T. G. (2016). Analysis of spatial autocorrelation in housing prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17, 61–85.
22. Quintos, C. (2013). Spatial weight matrices and their use as baseline values and location–adjustment factors in property assessment models. *Cityscape*, 15, 295–306.
23. Grigoryev, V. V. (2018). The rationale for the need for a correction factor for calculating the cadastral value of real estate. *Ekonomicheskie strategii [Economic strategies]*, 3(153), 110–117 [in Russian].
24. Driscoll, J. C., & Kraay, A. (2015). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 80, 549–604.
25. Griffith, D. (2011). Visualizing analytical spatial autocorrelation components latent in spatial interaction data: an eigenvector spatial filter approach. *Compute Environ Urban System*, 35, 140–149.

26. Podryadchikova, E. D. (2015). Improvement of land appraisal methods based on geoinformation analysis of socio-territorial relationships of urban infrastructure elements. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 5/S, 230–234 [in Russian].
27. Dubrovsky, A. V., & Podryadchikova, E. D. (2013). On the approach to calculating the indicator of social comfort of the population to improve the real estate assessment system. *Vestnik SGGGA [Vestnik SGGGA]*, 3(23), 94–100 [in Russian].
28. Nosov, V. V., & Tsy-pin, A. P. (2015). Econometric modeling of the price of a one-room apartment by the method of geographically weighted regression. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novye serii. Ekonomika. Upravlenie. Pravo [Bulletin of the University of Saratov. New episodes. Economy. Control. Right]*, 4, 381–387 [in Russian].
29. Ferretti, V., & Montibeller, G. (2016). Key challenges and meta-choices in designing and applying multicriteria spatial decision support systems. *Decis. Support System*, 84, 41–52.
30. Draper, N. R., & Smith, A. G. (2007). *Prikladnoy regressionnyy analiz [Applied regression analysis]*. Moscow: Williams Publ., 912 p. [in Russian].
31. Belyaeva, A. V. (2012). The use of spatial models in the mass valuation of real estate. *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie [Computer Research and Modeling]*, 3, 639–650 [in Russian].
32. Mark, J., & Goldberg, M. (2016). Multiple regression analysis and mass assessment. *A Review of the Issue. Apprais*, 56, 89–109.
33. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Baykov, K. S., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2017). Geospatial discourse of advanced and breakthrough thinking. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGiT]*, 22(4), 53–67 [in Russian].
34. Kovyazin, V. F., Lepikhina, O. Y., & Zimin, V. P. (2018). Development of a forecast model of land value of single-industry towns taking into account economic factors of activity of city-forming enterprises (on the example of the Murmansk region). *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki [Vestnik Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences]*, 1, 51–65 [in Russian].
35. Cellmer, R., Belej, M., Zrobek, S., & Subic-Kovac, M. (2014). Urban Land Value Maps. *Methodological Approach. Geod. Vestnik*, 58, 535–551.
36. Avrunev, E. I., Gatina, N. V., Kozina, M. V., & Popov, V. K. (2019). Three-dimensional visualization of adverse environmental conditions for adjusting the cadastral value of land. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo-Resource Engineering]*, 1(330), 181–190 [in Russian].

Received 09.12.2019

© E. D. Podryadchikova, L. N. Gilyova, A. V. Dubrovsky, 2020