

УДК 528.44

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ МОНОГОРОДОВ С ПОМОЩЬЮ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ

Ковязин Василий Федорович¹,
vfkedr@mail.ru

Лепихина Ольга Юрьевна¹,
Olgalepikhina1984@gmail.com

Зимин Виктор Павлович¹,
vic-zim@yandex.ru

¹ Санкт-Петербургский горный университет,
Россия, 199026, Санкт-Петербург, 21-я линия Васильевского острова, 2.

Ввиду нестабильной экономической ситуации в стране для большинства градообразующих предприятий моногородов характерен высокий темп изменения показателей хозяйственной деятельности, что отражается, в частности, на формировании уровня цен на недвижимость. Оценка и прогнозирование влияния хозяйственной деятельности градообразующего предприятия на рыночную и кадастровую стоимость земель моногородов важны при управлении деятельностью отрасли и при исследовании перспектив развития рынка недвижимости моногорода.

Цель работы: создание прогнозной модели кадастровой стоимости земель моногородов с учетом влияния показателей хозяйственной деятельности градообразующих предприятий.

Методы исследования. Построена модель зависимости стоимости земель моногородов от предложенных показателей хозяйственной деятельности градообразующих предприятий, при этом использовался регрессионный анализ. Методом корреляционного анализа выявлены показатели, оказывающие достоверное влияние на стоимость городских земель; методом кластерного анализа проведена классификация моногородов; методом регрессионного анализа построены модели зависимости стоимости земель исследуемых объектов от факторов хозяйственной деятельности градообразующих предприятий (линейная, логарифмическая и регрессия второго порядка). Для каждой из моделей установлены коэффициенты качества, по которым выбрана наилучшая зависимость.

Результаты. По результатам проверки качества и статистической значимости предлагаемых моделей выявлено, что зависимость стоимости земель моногородов от факторов хозяйственной деятельности градообразующих предприятий наилучшим образом описывает линейная регрессионная модель. Также установлено, что на стоимость земель исследуемых моногородов максимально влияют численность населения в моногороде, мощность производства градообразующего предприятия, индекс загрязнения атмосферы в моногороде. Разработанная классификация моногородов Северо-Западного Федерального округа, помимо указанных целей, может быть применена при кадастровой оценке их земель.

Ключевые слова:

Моногород, кадастровая оценка, градообразующее предприятие, кластерный анализ, моделирование, регрессионный анализ.

Введение

Моногорода занимают особое место среди населенных пунктов России в связи с наличием градообразующих предприятий, оказывающих влияние на демографические, социально-экономические, экологические и иные условия, сложившиеся в городе [1].

Для большинства градообразующих предприятий характерен высокий темп изменения показателей хозяйственной деятельности, вызывающий отклик моногорода в целом и рынка недвижимости в частности. Так, по данным риэлтерских агентств, снижение цен на рынке недвижимости, вызванное кризисом 2008–2010 гг., в наибольшей степени коснулось именно моногородов, что свидетельствует о зависимости стоимости городских земель от наличия и результатов хозяйственной деятельности предприятий. Результаты моделирования и прогнозирования данной зависимости важны как для целей принятия решений при управле-

нии деятельностью градообразующего предприятия, так и при оценке перспективного состояния рынка недвижимости моногорода.

Тема современного состояния рынка недвижимости и кадастровой оценки земель в России достаточно широко представлена в научных публикациях, в том числе в публикациях авторов настоящего исследования [2–4].

Определенные работы посвящены вопросу прогнозирования стоимости городских земель [5, 6]. В них подчеркнута важность результатов подобных исследований при управлении земельно-имущественным комплексом и изучении перспективного состояния рынка недвижимости. Однако тщательное изучение библиографии по данной проблеме показало отсутствие исследований, посвященных изучению влияния деятельности градообразующих предприятий на стоимость земель моногородов. Указанное обстоятельство подтверждает актуальность настоящего исследования.

Целью работы является создание прогнозной модели кадастровой стоимости земель моногородов с учетом факторов хозяйственной деятельности градообразующих предприятий. Названная цель достигается путем построения регрессионной модели расчета кадастровой стоимости городских земель, учитывающей факторы хозяйственной деятельности градообразующих предприятий.

Построение подобных моделей осуществляется на основе выборки исследуемых объектов, характеризующейся максимальной однородностью объектов внутри каждой группы [7]. Для целей обеспечения данного условия в работе предложена классификация моногородов, учитывающая важнейшие характеристики населенного пункта и градообразующей отрасли, в наибольшей степени влияющие на стоимость городских земель.

Материалы и методы

Объектом исследования являются земельные участки моногородов Северо-Западного Федерального округа, в состав которых включен 41 населенный пункт, из них 7 городов Архангельской, 4 – Вологодской, 3 – Ленинградской, 7 – Мурманской, 5 – Новгородской области, также 11 городов республики Карелия и 4 – республики Коми. Построение регрессионной модели осуществлено на примере земель, предназначенных для индивидуального жилищного строительства (ИЖС).

На начальном этапе работы проведена классификация объектов исследования по показателям, характеризующим градообразующую отрасль моногородов, оказывающим влияние на стоимость земель в них:

- численность населения в городе, человек;
- удаленность населенного пункта от центра субъекта Российской Федерации, км;
- степень социально-экономического развития города;
- класс опасности градообразующего предприятия [8].

Значения таких факторов, как «численность населения в городе» и «удаленность населенного пункта от центра субъекта Российской Федерации», установлены по данным официальных сайтов администраций городов.

Оценка фактора «Степень социально-экономического развития» проведена на основе распоряжения Правительства РФ [9], которое разделяет моногорода по социально-экономическим условиям на три категории:

- с наиболее сложным социально-экономическим положением;
- с наличием рисков ухудшения социально-экономического положения;
- со стабильной социально-экономической ситуацией.

При определении показателя «Класс опасности градообразующего предприятия» использованы «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы» [10], согласно которым предприятия по-

дразделяются по условиям и характеру производства на 5 классов с учетом степени воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Построение классификации по предложенным факторам осуществлено путем кластерного анализа, преимуществом которого является отсутствие необходимости в обучающей выборке [11, 12].

При группировке моногородов использован метод «объединение (древовидная кластеризация)» [13, 14], выбор которого обоснован возможностью оценщика проследить процесс кластеризации и на его основе определить необходимое количество групп. Преимуществом данного способа является то, что он не требует заранее известного числа кластеров [15, 16]. После определения необходимого количества групп моногородов осуществлена проверка полученного результата методом «К-средних».

При проведении кластерного анализа особое внимание уделялось размерности и масштабу задаваемых характеристик. Значения факторов группировки должны быть однородными и безразмерными [13], для чего значения учитываемых характеристик стандартизировались посредством используемого программного продукта – пакета анализа *STATISTICA*.

На следующем этапе, на примере одной из сформированных ранее групп, осуществлено построение регрессионной модели кадастровой стоимости земель по параметрам, характеризующим моногород и градообразующую отрасль. Будучи одним из самых распространенных способов массовой оценки при определении кадастровой стоимости земель населенных пунктов, регрессионное моделирование также позволяет решить задачи прогнозирования зависимой величины по влияющим на нее характеристикам [5].

Для целей проведения данного этапа работ осуществлен сбор значений факторов хозяйственной деятельности градообразующих предприятий, оказывающих влияние на стоимость земель моногородов. В качестве таких факторов предложены базовые показатели, характеризующие моногород в целом и деятельность градообразующего предприятия в частности:

- численность населения, чел.;
- количество рабочих мест на градообразующем предприятии, чел.;
- чистая прибыль градообразующего предприятия, млн р.;
- мощность производства градообразующего предприятия, млн т;
- средняя заработная плата на градообразующем предприятии, р.;
- производительность труда на градообразующем предприятии, тыс. т в год/чел.;
- прибыль на одного чел на градообразующем предприятии, тыс. р./чел.;
- индекс загрязнения атмосферы в моногороде;
- суммарный показатель загрязнения почвы в моногороде [17].

Значения показателей получены в рамках одной из сформированных в результате классификации групп за семилетний период, из официальных документов и отчетов, находящихся в общем доступе. Объем выборки составил 30 объектов, и в качестве моделируемой переменной использована средняя рыночная стоимость земель моногородов, предназначенных для размещения ИЖС [18].

В дальнейшем из вышеприведенного перечня показателей с использованием метода корреляционного анализа выявлены значимые, которые приняты для построения регрессионной модели кадастровой стоимости земель [19–21]. В связи с тем, что искомая прогнозная модель основана на моделировании кадастровой стоимости, в качестве значимых, в соответствии с требованиями к проведению кадастровой оценки, приняты факторы, коэффициенты корреляции которых, со средней рыночной стоимостью земель моногорода, превышают значение 0,3 [22]. Также для целей исключения мультиколлинеарности среди анализируемых параметров между ними попарно определены значения коэффициентов частной корреляции. В случае если между двумя факторами возникала сильная связь (коэффициент частной корреляции превышал 0,7), один из них исключался из общей выборки.

На заключительном этапе работы сформированы 3 регрессионные модели (логарифмическая, линейная и регрессия второго порядка), для каждой установлены показатели качества – коэффициенты корреляции и детерминации. По их значениям выбрана наилучшая зависимость, которая в дальнейшем принята за модель прогнозирования кадастровой стоимости земель моногородов по факторам хозяйственной деятельности градообразующих предприятий. При построении моделей использован пакет анализа *STATISTICA*, проверка статистической значимости моделей осуществлена на основе критерия Фишера [7].

Результаты

Результаты сбора значений факторов группировки моногородов, проведенного на начальном этапе исследований, представлены в табл. 1.

С использованием полученных значений данных факторов методом «объединение (древовидная кластеризация)» построено иерархическое древо, отражающее этапы последовательного объединения объектов исследования в группы (рис. 1).

Анализ диаграммы (рисунок) показал четыре отчетливо выраженные группы населенных пунктов, отличных друг от друга по своим характеристикам. После выявления числа групп исследуемых объектов проводился контроль результатов группировки с помощью метода «К-средних». Конечные результаты группировок, проведенных двумя способами, оказались практически идентичными. После их изучения и сопоставления выявлен состав четырех групп моногородов Северо-Западного Федерального округа. Несмотря на то, что моногорода расположены в различных регио-

нах округа, они все имеют одну направленность производства, а также при их классификации учтен фактор удаленности от областного центра.

Таблица 1. Значения факторов группировки моногородов (фрагмент)

Table 1. Values of single-industry town grouping factors (selection)

№	Населенный пункт Settlement	Субъект РФ The Russian Federation subdividing region	Факторы группировки Factors of grouping			
			Численность населения, чел Population in the monoton, person	Удаленность от центра субъекта, км Distance from the center of the region, km	Степень социально-экономического развития Degree of social and economic development	Класс опасности градообразующего предприятия Hazard class of city-forming enterprise
1	пос. Кизема Kizema	Архангельская область Arkhangelsk region	2968	444	1	4
...
21	г. Новодвинск Novodvinsk	Архангельская область Arkhangelsk region	39222	29	2	4
22	г. Сокол Sokol	Вологодская область Vologda region	37562	35	2	4
23	г. Сланцы Slantsy	Ленинградская область Leningrad region	33300	186	2	1
...
41	г. Сясьстрой Syasstroy	Ленинградская область Leningrad region	13305	152	3	4

По результатам анализа состава полученных кластеров сформирована окончательная классификация исследуемых населенных пунктов:

- 1) моногорода с наиболее сложным социально-экономическим положением с неопасным производством. В данную группу входит 13 населенных пунктов: пос. Кизема, г. Онега, г. Красавино, пос. Сазоново, г. Пикалево, пос. Краснофарфорный, г. Пестово, г. Суоярви, г. Кондопога, пос. Муезерский, г. Питкяранта, г. Пудож, г. Емва.
- 2) моногорода со стабильным социально-экономическим положением либо рисками его ухудшения с неопасным производством. Этот кластер представлен 13 моногородами: г. Новодвинск, г. Сокол, г. Заполярный, пос. Парфино, г. Боро-

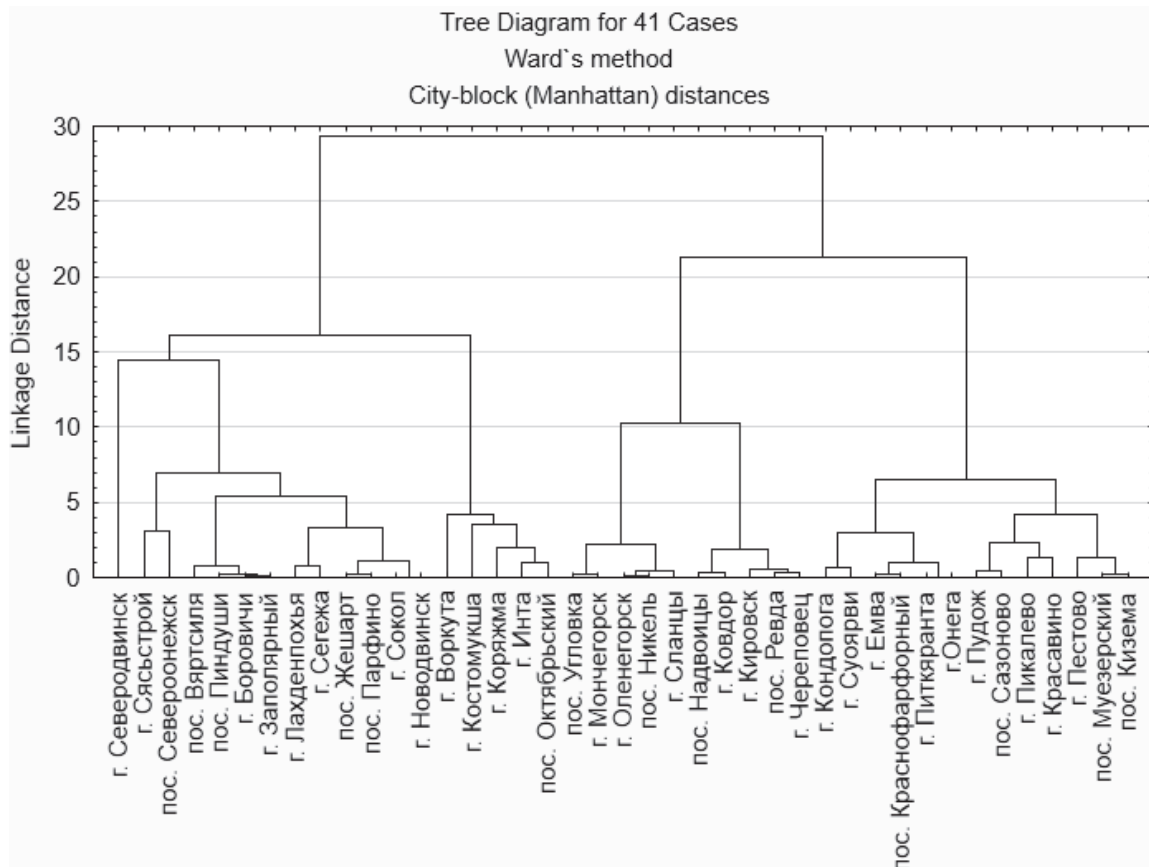


Рисунок. Древоидная диаграмма, результат метода «объединение (древоидная кластеризация)»

Figure. Tree diagram, the result of the method «joining (tree clustering)»

- вичи, г. Сегежа, пос. Пиндуши, г. Лахденпохья, пос. Вяртсиля, пос. Жешарт, г. Северодвинск, г. Сясьстрой, пос. Североонежск.
- 3) моногорода с рисками ухудшения социально-экономического положения, сильно отдаленные (более 450 км) от центра субъекта. Является самой малочисленной по составу и включает в себя следующие города и поселки: пос. Октябрьский, г. Коряжма, г. Костомукша, г. Инта, г. Воркута.
 - 4) моногорода с наиболее сложным социально-экономическим положением либо рисками его развития с опасным производством. В состав данного подразделения входят такие населенные пункты, как: г. Череповец, г. Кировск, г. Ковдор, пос. Ревда, пос. Надвоицы, г. Сланцы, пос. Никель, г. Мончегорск, г. Оленегорск, пос. Угловка.
- Дальнейшее исследование проведено на примере моногородов четвертой группы за исключением города Череповец, который целесообразно выделить в отдельную группу ввиду больших размеров и относительно высокой численности населения.

В табл. 2 представлены значения факторов хозяйственной деятельности градообразующих предприятий, оказывающих влияние на стоимость земель моногородов.

По результатам корреляционного анализа выявлены четыре фактора, в наибольшей степени влияющие на стоимость земель моногородов: «Численность населения в моногороде», «Мощность производства градообразующего предприятия», «Индекс загрязнения атмосферы в моногороде», «Количество рабочих мест на градообразующем предприятии». Коэффициенты корреляции данных показателей со значением средней рыночной стоимости земель моногородов равны 0,69, 0,37, -0,32, 0,36 соответственно. Остальные факторы исключены из дальнейших исследований ввиду низкого их влияния на стоимость земель исследуемых объектов. Это подтвердилось низкими значениями коэффициентов корреляции. Так, в наименьшей степени на рынок земель моногородов оказывают влияние такие факторы, как «Чистая прибыль градообразующего предприятия», «Суммарный показатель загрязнения почвы в моногороде», при этом их связь с ценами на земельные участки моногородов характеризуется коэффициентами, равными 0,09 и -0,11 соответственно.

Далее значимые факторы (с коэффициентом корреляции более 0,3) исследовались на мультиколлинеарность. В результате проведенного анализа между факторами «Мощность производства градообразующего предприятия» и «Количество

Таблица 2. Значения факторов, используемых при построении прогнозной модели (фрагмент)

Table 2. Values of factors used to develop a predictive model (selection)

Моногород Monotown	Год сбора данных Year of data collection	Численность населения, чел. Population in a monotown, person	Количество рабочих мест на градообразующем предприятии, чел. Number of work places in a city-forming enterprise, person	Чистая прибыль градообразующего предприятия, млн р. Nett profit of a city-forming enterprise, million rub.	Мощность производства градообразующего предприятия, млн т Capacity of production of a city-forming entity, million tons	Средняя заработная плата на градообразующем предприятии, р. Average wage at a city-forming enterprise, rub	Производительность труда на градообразующем предприятии, тыс. тонн в год/чел Productivity of a city-forming enterprise, thousand tons in year/person	Прибыль на одного чел на градообразующем предприятии, тыс. р./чел. Profit per person at a city-forming enterprise, thousand rub/ person	Индекс загрязнения атмосферы в моногороде Air pollution index in a monotown	Суммарный показатель загрязнения почвы в моногороде Total index of soil contamination in a monotown	Средняя рыночная стоимость 1 кв. м земель под ИЖС в моногороде, р. Average market cost of 1 sq. m of land in a monotown for individual housing construction, rub.
г. Мончегорск Monchegorsk	2009	48062	5080	10226,1	7,90	25706	1,56	2013,01	5,00	4,50	301,7
	2010	45361	5178	8942,2	8,30	28938	1,60	1726,96	5,55	4,70	342,6
	2011	45253	5211	2423,3	8,10	32628	1,55	465,04	5,30	4,82	340,5
	2012	44643	5769	2818,0	7,50	36212	1,30	488,47	5,04	4,11	368,8
	
г. Оленегорск Olenegorsk	2010	23072	2065	2883,0	4,30	35252	2,08	1396,13	2,00	3,01	405,1
	2011	22986	2154	4826,0	4,40	39800	2,04	2240,48	1,98	2,89	497,7
	2012	22405	2300	2696,0	4,60	44429	2,00	1172,17	1,85	2,46	641,8
	2013	21736	2200	1281,0	4,70	52760	2,14	582,27	1,69	2,71	292,6

рабочих мест на градообразующем предприятии» выявлен достаточно высокий коэффициент частной корреляции, равный 0,95. Это свидетельствует о высокой зависимости данных факторов друг от друга и может привести к ошибкам в процессе дальнейшей работы. В связи с этим фактор «Количество рабочих мест на градообразующем предприятии» исключен из исследования.

Таким образом, выявлены три показателя, по которым осуществлялось построение регрессионных моделей зависимости стоимости земель моногородов от деятельности градообразующего предприятия:

- численность населения в моногороде, чел;
- мощность производства градообразующего предприятия, млн т в год;
- индекс загрязнения атмосферы в моногороде.

По выявленным факторам с использованием пакета анализа STATISTICA построены три регрессионные модели и установлены их показатели качества:

Линейная регрессия

$$Y = 328,581 + 0,006 \cdot X_1 - 4,095 \cdot X_2 - 35,707 \cdot X_3, \\ R = 0,82, R^2 = 0,68. \quad (1)$$

Регрессия второго порядка

$$Y = 336,76 + 0,0001 \cdot X_1^2 - 0,082 \cdot X_2^2 - 7,762 \cdot X_3^2, \\ R = 0,81, R^2 = 0,67. \quad (2)$$

Логарифмическая модель

$$Y = 341,31 + 75,63 \cdot \text{Ln}X_1 + \\ + 0,168 \cdot \text{Ln}X_2 - 46,67 \cdot \text{Ln}X_3, \\ R = 0,74, R^2 = 0,55. \quad (3)$$

где Y – средняя рыночная стоимость 1 м² земель под ИЖС, р.; X_1 – численность населения в моногороде, чел; X_2 – мощность производства градообразующего предприятия, млн т в год; X_3 – индекс загрязнения атмосферы в моногороде; R – коэффициент корреляции регрессионной модели; R^2 – коэффициент детерминации регрессионной модели.

Из результатов регрессионного анализа видно, что максимальные значения коэффициентов корреляции и детерминации характерны для линейной модели (1). Проверка статистической значимости данной зависимости проведена с использованием критерия Фишера. Величины критериев получены также из результатов регрессионного анализа и, при заданном уровне значимости ($\alpha=0,05$) и числах степеней свободы $f_1=3$; $f_2=27$, составляют: $F_{\text{расч.}}=17,60$, $F_{\text{табл.}}=2,78$. Отсюда следует, что линейная функция (1) статистически значима и является искомой моделью прогнозирования кадастровой стоимости земель моногородов по факторам хозяйственной деятельности градообразующих предприятий.

Заключение

В ходе исследования разработана классификация земель моногородов Северо-Западного Федерального округа, при формировании которой наибольшую роль сыграли факторы: «степень социально-экономического развития» и «класс опасности градообразующего предприятия». Помимо обеспечения однородности выборки исследуемых объектов, необходимой для построения искомой прогнозной модели, предложенная классификация может найти практическое применение при кадастровой оценке земель моногородов на этапе группировки объектов [23].

Также установлено, что на кадастровую стоимость земель моногородов в наибольшей степени влияют такие факторы, как: «Численность населения в моногороде», «Мощность производства градообразующего предприятия», «Индекс загрязнения атмосферы в моногороде». Для них характерна наиболее сильная связь со стоимостью городских земель. Наименьшим образом на рынок недвижимости моногородов влияют факторы «Чистая прибыль предприятия за год», «Суммарный показатель загрязнения почвы в моногороде».

На основе собранных данных построены три прогнозные модели отражающие влияние деятель-

ности градообразующих предприятий на стоимость земель моногородов: линейная регрессия (1), регрессия второго порядка (2), логарифмическая модель (3). С учетом показателей качества выбрана зависимость, обладающая максимальными значениями коэффициентов качества, – линейная регрессия (1). Эта модель может применяться для целей прогнозирования стоимости земель моногородов по показателям градообразующей отрасли, а также для решения задач по оценке перспектив развития рынка недвижимости моногорода и управлению деятельностью градообразующего предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаститко А.Е., Фатихова А.Ф. Моногорода: опыт количественного анализа // Балтийский регион. – 2016. – № 2. – Т. 8. – С. 7–29.
2. Koviazin V., Romanchikov F., Pasko O. Comparative analysis of forest lands cadastre appraisal estimated with regards to wood and food resources // JOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – Tomsk, 2015. – V. 27. – Article number 012039.
3. The issues of weed infestation with environmentally hazardous plants and methods of their control / V.L. Bogdanov, V.F. Koviazin, T.S. Posternak, O.A. Pasko // IOP Conference series. Earth and Environmental Science. – Tomsk, 11 October 2016. – V. 43. – Iss. 1. – Article number 012036.
4. Lepikhina O.J., Skachkova M.E. Identification of network structure indicators of cadastral cost of lands under commercial buildings of the small cities of Murmansk region // International Journal of Economic Research. – 2016. – V. 13. – Iss. 6. – P. 2425–2435.
5. Рубинштейн Е.Д., Осипенко Н.С. Анализ рынка недвижимости и его прогнозирование // Теория и практика общественного развития. – 2015. – № 12. – С. 140–143.
6. Комаров С.И. Прогнозирование в системе управления земельно-имущественным комплексом // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2010. – № 5. – С. 84–100.
7. Сихимбаев М.Р., Кумисбекова Ж.А. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6–1. – С. 119–123.
8. Устинов А.Ю. Теоретико-методические аспекты классификации моногородов. URL: <http://vestnik.uapa.ru/ru/issue/2012/04/15/> (дата обращения: 10.12.2016).
9. Распоряжение Правительства РФ от 29.07.2014 № 1398-р «Об утверждении перечня монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов)» URL: <http://docs.cntd.ru/document/420210942> (дата обращения: 10.12.2016).
10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» URL: <http://docs.cntd.ru/document/902065388> (дата обращения: 10.12.2016).
11. Clarke K.R., Somerfield P.J., Gorley R.N. Clustering in non-parametric multivariate analyses // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 2016. – V. 483. – P. 147–155.
12. Aldenderfer M.S., Blashfield R.K. Cluster analysis. – Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1984. – 37 p.
13. Казанская А.Ю., Компаниец В.С. Опыт исследования методов кластерного анализа из пакета statistica 6.0 на примере выборки городов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 3. – Т. 92. – С. 103–110.
14. Суслов С.А. Кластерный анализ: сущность, преимущества и недостатки // Вестник НГИЭИ. – 2010. – № 1. – Т. 1. – С. 51–56.
15. Berkhin P. Survey of Clustering Data Mining Techniques, Scientific Report, – San Jose: Accrue Software, 2002. – 56 p.
16. Paul A. Gore. Jr. Cluster analysis. Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling. – San-Diego: Academic Press, 2000. – 24 p.
17. Ильина И.Н. Развитие моногородов России: монография. – М.: Финансовый университет, 2013. – 168 с.
18. Savu A., Raboj D. Cadastral Documentation in Real Valuation // The Valuation Journal. – 2014. – V. 9. – Iss. 1. – P. 54–71.
19. Bauman V. Cadastral Valuation Models // Economic Science for Rural Development: Proc. of International scientific conference. – Jelgava, 2010. – № 22. – P. 68–75.
20. Manuel-G Alcázar Molina. Proposal for Rustic Cadastral Valuation // FIG Working Week 2012. – Rome, Italy, 6–10 May 2012. – 24 p.
21. Bauman V. Evaluation of Indicators of Cadastral Assessment // Proc. 4th International Conference Civil Engineering'13. P. I. Land Management and Geodesy. – Jelgava, 2013. – P. 299–304.
22. Приказ Роснедвижимости от 29.06.2007 г. N П/0152 (ред. от 14.08.2008 г.) «Об утверждении Технических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов» URL: <http://www.zakonprost.ru/content/base/124664> (дата обращения: 10.12.2016).
23. Ковязин В.Ф., Лепихина О.Ю., Зимин В.П. Группировка земель монопрофильных городов при их кадастровой оценке // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 4. – С. 84–95.

Поступила 30.01.2017 г.

Информация об авторах

Ковязин В.Ф., доктор биологических наук, профессор кафедры инженерной геодезии Строительного факультета Санкт-Петербургского горного университета.

Лепихина О.Ю., кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии Строительного факультета Санкт-Петербургского горного университета.

Зимин В.П., аспирант кафедры инженерной геодезии Строительного факультета Санкт-Петербургского горного университета.

UDC 528.44

PREDICTION OF CADASTRAL VALUE OF LAND IN A SINGLE-INDUSTRY TOWN BY THE REGRESSION MODEL

Vasily F. Kovyazin¹,

vfkedr@mail.ru

Olga Yu. Lepikhina¹,

Olgalepikhina1984@gmail.com

Viktor P. Zimin¹,

vic-zim@yandex.ru

¹ Saint-Petersburg Mining University,
2, 21st line of V.O., Saint Petersburg, 199026, Russia

Due to unstable economic situation in Russia, there is a high rate of change in indicators of city-forming enterprises economic activity. It has significant effect on ecological, social conditions of monotowns as well as on economic conditions related to real estate prices. Assessment and forecasting the influence of the city-forming enterprise economic activity on open market and cadastral value of lands of monotowns are important tasks for management of industry activities as well as for researching the perspective of development of the monotown real estate market.

The mail aim of the study is to develop the forecast model of land cadastral cost in monotowns considering the effect of the city-forming enterprises economic activity factors.

The methods used in the study. Applying the regression analysis the authors have developed the model of dependence of land cost in monotowns on the offered indicators of economic activity of the city-forming enterprises. The method of correlation analysis revealed the indicators exerting reliable impact on the cost of city lands; classification of monotowns is carried out by the cluster analysis method; the recession analysis method model was used to develop the dependence model of land cost in the researched objects on the factors of economic activity of the city-forming enterprises (linear, logarithmic and regression of the second order). For each model the authors determined the quality coefficients and chose the best dependence.

The results. By the results of quality check and statistical certainty of the offered models it is revealed that the linear regression model describes the researched dependence in the best way. It is established as well that the land cost in the researched monotowns is most influenced by such indicators of economic activity of the city-forming enterprises as population in the monotown, capacity of production of the city-forming enterprise, the index of atmosphere pollution in the monotown. The developed classification of the monotowns of the Northwestern Federal District, in addition to the purposes of the research, can be applied in case of cadastral assessment of lands of monotowns.

Key words:

Single-industry town, cadastral assessment, city-forming enterprise, cluster analysis, modeling, recession analysis.

REFERENCES

- Shastitko A.E., Fatikhova A.F. Single-industry towns: the experience of quantitative analysis. *Baltiysky region*, 2016, no. 2, vol. 8, pp. 7–29. In Rus.
- Kovyazin V., Romanchikov F., Pasko O. Comparative analysis of forest lands cadastre appraisal estimated with regards to wood and food resources. *JOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. Tomsk, 2015. Vol. 27, Article number 012039.
- Bogdanov V.L., Kovyazin V.F., Posternak T.S., Pasko O.A. The issues of weed infestation with environmentally hazardous plants and methods of their control. *IOP Conference series. Earth and Environmental Science*. Tomsk, 11 October 2016. Vol. 43, Iss. 1, Article number 012036.
- Lepikhina O.J., Skachkova M.E. Identification of network structure indicators of cadastral cost of lands under commercial buildings of the small cities of Murmansk region. *International Journal of Economic Research*, 2016, vol. 13, Iss. 6, pp. 2425–2435.
- Rubinshteyn E.D., Osipenko N.S. Real estate market analysis and forecasting. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, 2015, no. 12, pp. 140–143. In Rus.
- Komarov S.I. Forecasting in management of land and property complex system. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii*, 2010, no. 5, pp. 84–100. In Rus.
- Sikhimbaev M.R., Kumisbekova Zh.A. Mathematical methods of valuating immovable property. *Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*, 2015, no. 6–1, pp. 119–123. In Rus.
- Ustinov A.Yu. Teoretiko-metodicheskie aspekty klassifikatsii monogorodov [Theoretical and methodological aspects of classification of single-industry towns]. Available at: <http://vestnik.ua-pa.ru/ru/issue/2012/04/15/> (accessed 10 December 2016).
- Rasporyazhenie Pravitelstva RF ot 29.07.2014 № 1398-r «Ob utverzhdenii perechnya monoprofilnykh munitsipalnykh obrazovaniy Rossiyskoy Federatsii (monogorodov)» [On approval of the list of monoprofile municipal formations of the Russian Federation (monotowns). The disposal of the Government of the Russian Federation]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420210942> (accessed 10 December 2016).
- Sanitarno-ehpidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Sanitarno-zashchitnye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatiy, sooruzheniy i inyykh obktov» [Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, constructions and other objects. Sanitary-epidemiological rules and norms]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902065388> (accessed 10 December 2016).
- Clarke K.R., Somerfield P.J., Gorley R.N. Clustering in non-parametric multivariate analyses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2016, vol. 483, pp. 147–155.
- Aldenderfer M.S., Blashfield R.K. *Cluster analysis*. Thousand Oaks, CA, Sage Publications, 1984. 37 p.

13. Kazanskaya A.Yu., Kompaniets V.S. Experience in researching methods of cluster analysis from the package statistica 6.0 on the example of the sample of cities. *Izvestiya Yuzhnogo federalnogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2009, no. 3, vol. 92, pp. 103–110. In Rus.
14. Suslov S.A. Cluster analysis: essence, advantages and disadvantages. *Vestnik NGIEHI*, 2010, no. 1, vol. 1, pp. 51–56. In Rus.
15. Berkhin P. *Survey of Clustering Data Mining Techniques*, Scientific Report, San Jose, Accrue Software, 2002. 56 p.
16. Paul A. Gore. Jr. *Cluster analysis. Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling*. San-Diego, Academic Press, 2000. 24 p.
17. Ilina I.N. *Razvitie monogorodov Rossii: monografiya* [Development of single-industry towns of Russia: monograph]. Moscow, Financial University Publ., 2013. 168 p.
18. Savu A., Raboj D. Cadastral Documentation in Real Valuation. *The Valuation Journal*, 2014, vol. 9, Iss. 1, pp. 54–71.
19. Bauman V. Cadastral Valuation Models. *Economic Science for Rural Development. Proceedings of International scientific conference*. Jelgava, 2010. No. 22, pp. 68–75.
20. Manuel-G Alcázar Molina. Proposal for Rustic Cadastral Valuation. *FIG Working Week 2012*. Rome, Italy, 6–10 May 2012. 24 p.
21. Bauman V. Evaluation of Indicators of Cadastral Assessment. *Proc. 4th International Conference Civil Engineering'13. P.I. Land Management and Geodesy*. Jelgava, 2013. pp. 299–304.
22. *Prikaz Rosnedvizhimosti ot 29.06.2007 g. N P/0152 (red. ot 14.08.2008 g.) «Ob utverzhenii Tekhnicheskikh rekomendatsiy po gosudarstvennoy kadastrvoy otsenke zemel naseleennykh punktov»* [On approval of technical recommendations about the state cadastral assessment of lands of settlements. The order of the Federal agency of the inventory of real estate objects]. Available at: <http://www.zakonprost.ru/content/base/124664> (accessed 10 December 2016).
23. Kovyazin V.F., Lepikhina O.Yu., Zimin V.P. Grouping the lands of single-industry towns for their cadastral estimation]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeny. Povolzhsky region. Estestvennyye nauki*, 2016, no. 4, pp. 84–95. In Rus.

Received: 30 January 2017.

Information about the authors

Vasily F. Kovyazin, Dr. Sc., professor, Saint-Petersburg Mining University.

Olga Yu. Lepikhina, Cand. Sc., associate professor, Saint-Petersburg Mining University.

Viktor P. Zimin, postgraduate, Saint-Petersburg Mining University.