

УДК 332.871:502.17

А. С. Капралов, Л. Ю. Пшебельская

Белорусский государственный технологический университет

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ
НА ЦЕНУ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ В МИНСКЕ**

Месторасположение является одним из важнейших факторов, влияющих на цену недвижимости в любом регионе. Оценка влияния данного фактора была проведена с помощью регрессии методом наименьших квадратов на основе анализа данных из реестра цен Национального кадастрового агентства. В результате получена информационная основа для разработки предлагаемых подходов и отработаны основные положения их практического применения. Также были определены наиболее значимые факторы (площадь помещения, его этажное расположение в доме и расположение в Минске, возраст дома и сезонность), которые оказывают влияние на цену индивидуальных жилых помещений (квартир) на примере г. Минска. В статье проанализированы возможности использования других вариантов обозначения территориального расположения. Установлено, насколько точно описывает дисперсию цены каждый вариант. Рекомендован выбор определения месторасположения и метод проведения регрессии, наиболее точно описывающий вариацию цен от исследуемых факторов.

Выявлены локальные особенности влияния факторов. Проанализированы районы наибольшей и наименьшей подверженности влияния анализируемого фактора на цену объекта. Предложены темы для дальнейших исследований.

Ключевые слова: рынок недвижимости, цена индивидуального жилого помещения, месторасположение, регрессия, метод наименьших квадратов, географически взвешенная регрессия, пространственный анализ.

A. S. Kapralov, L. Yu. Pshebelskaya

Belarusian State Technological University

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TERRITORIAL LOCATION
ON THE PRICE OF INDIVIDUAL RESIDENTIAL PREMISES IN MINSK**

Location is one of the most important factors affecting the price of real estate in any region. An estimation of the influence of this factor was carried out with the help of least squares regression on the basis of analysis of data from the price register of the National Cadastral Agency. As a result, an information basis for developing the proposed approaches has been obtained and the main provisions of their practical application have been worked out. Also, the most significant factors were determined (the area of the room, its floor location in the house and the location in Minsk, the age of the house and the seasonality) that affect the price of individual living quarters (apartments) using the example of Minsk. The article analyzes the possibilities of using other variants of the designation of the territorial location. It is determined by how accurately the variance of the price is described by each option. It is recommended to choose the location and regression method, which most accurately describes the price variation from the studied factors.

Local features of influence of factors are revealed. Areas of the greatest and least susceptibility to the influence of the analyzed factor on the price of the object are analyzed. Topics are offered for further research.

Key words: real estate market, price of individual living accommodation, location, regression, least squares method, geographically weighted regression, spatial analysis.

Введение. На цену объекта (индивидуального жилого помещения) влияет множество факторов. Предполагая, что цена объекта сформировалась объективно под воздействием спроса, можно оценить влияние факторов на его цену. Объектом анализа послужили данные из реестра цен Национального кадастрового агентства. Реестр цен содержит информацию о сделках с недвижимым имуществом, в случае с изолированным жилым помещением это инвентарный

номер, адрес, назначение, сведения о цене, характеристики объекта и капитального строения, в котором он находится. В статье исследованы несколько подходов к оценке расположения помещений и определению наиболее значимых факторов, влияющих на данный выбор. Целью работы является обоснование лучшего подхода к анализу влияния расположения объекта недвижимости и определения этого влияния на цену жилого помещения.

Основная часть. Для возможности дальнейшей работы с данными из реестра цен была произведена их обработка (нечисловые характеристики оцифрованы, введены новые параметры для исследования, цены для удобства расчетов переведены в доллары США по среднемесячному курсу на момент даты сделки, геокодированы адреса). Геокодирование адресов выполнено с помощью API сервисов картографических систем. Например, адрес из вида «г. Минск, ул. Киреенко, 3» преобразованы в географические координаты системы WGS 84 «27.475404; 53.900501».

Анализ проведен по сделкам с изолированными жилыми помещениями и долей собственности 100% в панельных домах за 2013 г. Количество наблюдений составило 5350 объектов. Была проведена выбраковка из генеральной совокупности сделок с нерыночной ценой и явными ошибками. В ходе предварительного анализа в программе Stata 13.0 были определены основные ценообразующие факторы, образующую линейную эконометрическую модель (1):

$$price_m2_i = \beta_1 \cdot square_i + \beta_2 \cdot old_i + \beta_3 \cdot month_i + \beta_4 \cdot kfl_cen_i + \beta_5 \cdot dist_b_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

где $price_m2_i$ – цена квадратного метра i -го объекта жилой недвижимости; β_{1-5} – коэффициенты независимых переменных; $square_i$ – площадь i -го объекта; old_i – возраст i -го объекта (рассчитан как разность года сделки и постройки); $month_i$ – порядковый номер месяца проведения сделки; kfl_cen_i – этаж расположения в доме (бинарная переменная, число 1 присваивается объекту, имеющему значение в пределах от 0,3 до 0,7, определяется как частное этажа и этажности дома), $dist_b_i$ – расстояние от объекта до центра города, м; ε_i – случайный член.

Расчеты показали, что распределение остатков модели близко к нормальному.

Так как Минск имеет форму ближе к окружности, в качестве первой выбранной переменной, отражающей месторасположение объекта, использовалась дистанция от анализируемого объекта до центра Минска, выраженная в метрах. Проведенный тест на мультиколлинеарность (табл. 1) показал, что корреляция между исследуемыми факторами практически отсутствует ($VIF < 7,5$ в пределах нормы), а модель приемлема для дальнейшей интерпретации.

Таблица 1

Показатели индекса вздутия дисперсии

Variable	VIF	1/VIF
old	1,34	0,743996
dist_b	1,22	0,816648
square	1,11	0,900884
month	1,00	0,998764
kfl_cen	1,00	0,999149
Mean VIF	1,14	

Результаты регрессии представлены в табл. 2. Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что модель описывает 46,82% дисперсии, все независимые переменные являются значимыми.

В табл. 3 представлены результаты регрессии с уже установленными независимыми факторами, но фактор расположения будет определять не расстояние от объекта до центра, а экономико-планировочные зоны. Все переменные остались значимыми, коэффициент детерминации R^2 увеличился, а сумма квадратов отклонений уменьшилась. Это говорит о том, что модель лучше описывает вариацию цены, а влияние расположение объекта на цену лучше описывает его принадлежность к определенной экономико-планировочной зоне, чем удаленность от центра.

Таблица 2

**Результаты регрессии метода наименьших квадратов
(переменная расположения – расстояние от объекта оценки до центра Минска)**

Source	SS	df	MS	Number of obs = 5350		
Model	153 316 741	5	30 663 348,2	$F(5, 5344) = 942,76$		
Residual	173 813 318	5 344	32 524,9471	$Prob > F = 0,0000$		
Total	327 130 059	5 349	61 157,2366	$R\text{-squared} = 0,4687$		
				$Adj\ R\text{-squared} = 0,4682$		
				$Root\ MSE = 180,35$		
price_m2	Coef.	Std. Err.	t	$P > t $	[95% Conf. Interval]	
square	-6,946451	0,1823025	-38,10	0,000	-7,303839	-6,589064
old	-3,19284	0,1883517	-16,95	0,000	-3,562086	-2,823594
month	41,88543	0,7663672	54,65	0,000	40,38303	43,38782
kfl_cen	22,89991	4,981808	4,60	0,000	13,13353	32,66628
dist_b	-0,0087928	0,0006561	-13,40	0,000	-0,0100789	-0,0075067
cons	1754,607	15,48828	113,29	0,000	1724,243	1784,97

Таблица 3

**Результаты регрессии метода наименьших квадратов
(переменная расположения – экономико-планировочные зоны)**

Source	SS	df	MS		Number of obs = 5350	
Model	153 316 741	5	30 663 348,2		F(5, 5344) = 942,76	
Residual	173 813 318	5344	32 524,9471		Prob > F = 0,0000	
Total	327 130 059	5349	61 157,2366		R-squared = 0,4687	
					Adj R-squared = 0,4682	
					Root MSE = 180,35	
price_m2	Coef.	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]	
square	-6,946451	0,1823025	-38,10	0,000	-7,303839	-6,589064
old	-3,19284	0,1883517	-16,95	0,000	-3,562086	-2,823594
month	41,88543	0,7663672	54,65	0,000	40,38303	43,38782
kfl_cen	22,89991	4,981808	4,60	0,000	13,13353	32,66628
dist_b	-0,0087928	0,0006561	-13,40	0,000	-0,0100789	-0,0075067
cons	1754,607	15,48828	113,29	0,000	1724,243	1784,97

Исходя из представленного уравнения регрессии можно сделать следующие выводы:

а) отрицательно влияет на цену квадратного метра помещения площадь и возраст объекта;

б) положительно влияет на цену нахождения объекта в средних этажах;

в) цена подвержена сезонному влиянию (в январе цены самые низкие);

г) чем дальше объект располагается от центра города, тем меньше цена.

В настоящее время для исследования отношений, варьирующихся в пространстве, широко применяют географическую взвешенную регрессию (ГВР), локальную форму линейной регрессии [1–6]. Базовая ГВР модель выглядит следующим образом (2):

$$y_j = \beta_0(u_j, v_j) + \sum \beta_0(u_j, v_j) + \epsilon_j, \quad (2)$$

где (u_j, v_j) – координаты точки j .

ГВР проводилась с помощью программы ArcGis 10.4.1, базовой картой выступала OpenStreetMaps. Для определения оптимальной ширины окна в модели использовался адаптивный тип ядерной функции и информационный критерий Акаике (AIC).

Результат ГВР представлен в табл. 4. Фактором ценности расположения объекта в данной модели выступают соседние объекты.

Таблица 4

Результат географически взвешенной регрессии

Neighbors	453
ResidualSquares	139 370 974,628 50
EffectiveNumber	189,157 33
Sigma	164,333 40
AICc	69 879,991 08
R2	0,573 95
R2Adjusted	0,558 42

Согласно табл. 4, оптимальным количеством соседей при минимуме критерия Акаике является 453 объекта. Коэффициент детерминации R2 увеличился, а сумма квадратов отклонений снизилась. Это говорит о том, что совокупность построенных географически взвешенных моделей описывает вариацию цены лучше, чем глобальная модель при использовании метода наименьших квадратов. Полученные значения коэффициентов независимых переменных можно интерполировать и получить карты прогноза.

Неоднородность «престижности» района можно увидеть на рис. 1.

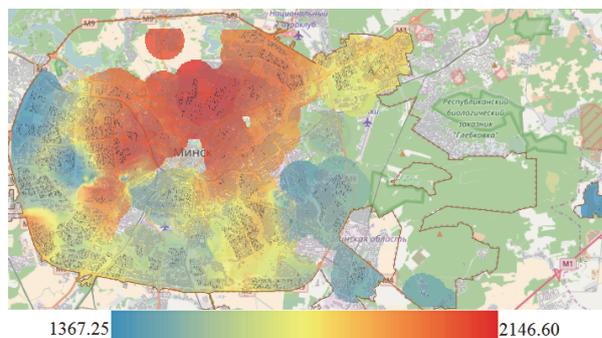


Рис. 1. Интерполированный коэффициент пересечения отрезка координатной оси

По карте видно, в каких районах фактор расположения оказывает большее влияние на цену. Поскольку анализ проводился по объектам в панельных домах, в центре города не оказалось объектов для исследования. Наиболее престижными районами исходя из модели являются районы ул. Каховской, Куйбышева, Беды и Киселева. Наименее престижными – мкр. Сокол, Каменная Горка, Шабаны, Сосны и Ангарская.

Чтобы увидеть локальное влияние исследуемых факторов на результаты, проведем

интерпретацию коэффициентов. На рис. 2 можно увидеть влияние фактора площади. Площадь квартиры отрицательно влияет на цену квадратного метра, «горячие» области на рисунке показывают области, где отрицательное влияние наименее существенно. Это районы ул. Воронянского, Московской, Грушевской и также мкр. Каменная Горка.

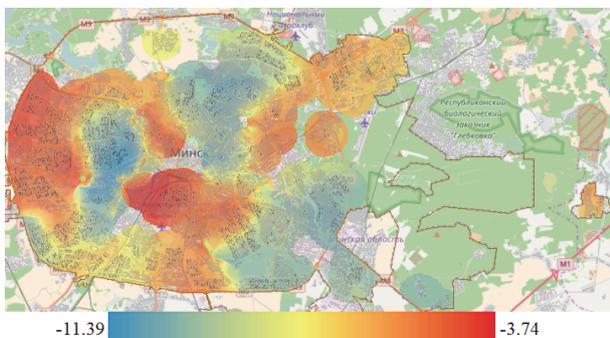


Рис. 2. Интерполированный коэффициент площади

На рис. 3 представлено распределение влияния возраста объекта на цену квадратного метра. Так, мкр. Каменная Горка, Сухарево, Уручье, Ангарская менее подвержены отрицательному влиянию возраста помещений.

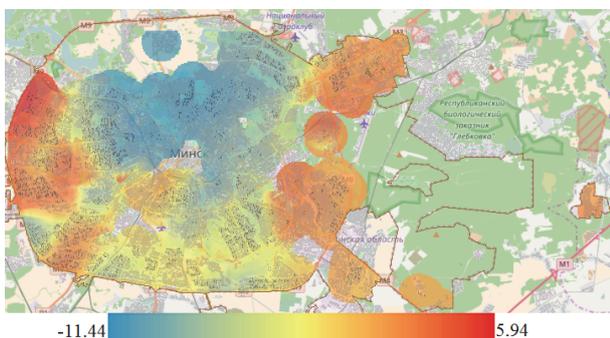


Рис. 3. Интерполированный коэффициент возраста здания

На рис. 4 изображена подверженность сезонным колебаниям цены. Так, мкр. Сокол, Сосны, Каменная Горка, Запад имеют наибольшую вариацию цены от сезонности, в то время как р-н ул. Судмалиса, Уральская и мкр. Лошица – наименьшую.

Рис. 5 показывает, что расположение на средних этажах не везде положительно влияет на цену квадратного метра. Отрицательное значение наблюдается в районе ул. Короля и мкр. Запад. Положительное – в мкр. Степянка, Ло-

шица, Сокол, Масюковщина и р-не ул. Калинина и Беды.

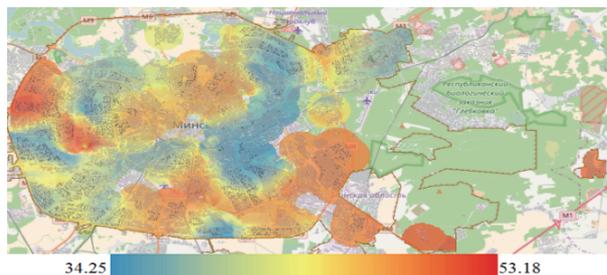


Рис. 4. Интерполированный коэффициент сезонности

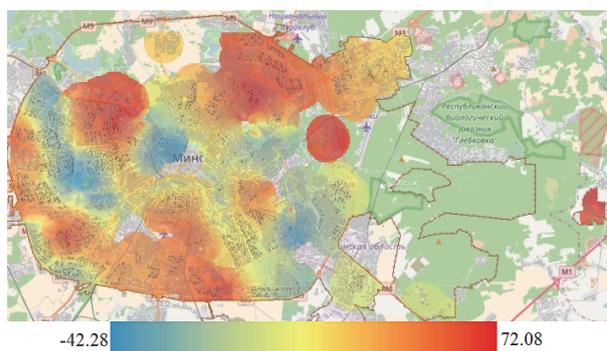


Рис. 5. Интерполированный коэффициент расположения этажа

Заключение. Построенные модели при ограниченности вводных переменных, характеризующих объект, показали значимость исследуемых факторов и объяснили значительную часть дисперсии цены. Географически взвешенная регрессия показала наибольшую точность в описании зависимости цены квадратного метра от фактора площади помещения, сезонности, его этажного расположения в доме, возраста дома. Также ГВР позволила увидеть и замерить локальные особенности районов Минска.

При наличии обширных и достоверных данных ГВР может дать точные модели описания и прогнозирования. Интерполяция результатов могла бы помочь девелоперам понять, какой участок лучше выбрать под строительство и какими характеристиками он должен обладать. Также можно уточнить границы экономико-планировочных зон.

В последующих работах предлагается расширить выборку объектов, исследовать, в каких районах пользуется большим спросом тот или иной материал стен, прогнозировать ситуацию при расширении инфраструктуры.

Литература

1. Coverage inequality and quality of volunteered geographic features in Chinese cities: Analyzing the associated local characteristics using geographically weighted regression / Shiliang Su [etc.] // Applied Geography. Vol. 78, January 2017. P. 78–93.

2. Sunding D. L., Swoboda A. M. Hedonic analysis with locally weighted regression: An application to the shadow cost of housing regulation in Southern California // *Regional Science and Urban Economics*. 2010. No. 40. P. 550–573.

3. Lu B., Charlton M., Fotheringham A. S. Geographically weighted regression using a non-euclidean distance metric with a study on London house price data // *Procedia Environmental Sciences*. 2011. No. 7. P. 92–97.

4. Brunsdon C., Fotheringham A. S., Charlton M. E. Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity // *Geographical Analysis*. 1996. Vol. 28, No. 3. P. 281–298.

5. Zhang L. J., Shi H. J. Local modeling of tree growth by geographically weighted regression // *Forest Science*. 2004. Vol. 50, No. 2. P. 225–244.

6. Балаш В. А., Балаш О. С., Харламов А. В. Эконометрический анализ геокодированных данных о ценах на жилую недвижимость // *Прикладная эконометрика*. 2011. № 2 (22). С. 62–67.

References

1. Shiliang Su, Chaoran Lei, Anyun Li, Jianhua Pi, Zhongliang Cai. Coverage inequality and quality of volunteered geographic features in Chinese cities: Analyzing the associated local characteristics using geographically weighted regression. *Applied Geography*, vol. 78, January 2017, pp. 78–93.

2. Sunding D. L., Swoboda A. M. Hedonic analysis with locally weighted regression: An application to the shadow cost of housing regulation in Southern California. *Regional Science and Urban Economics*, 2010, no. 40, pp. 550–573.

3. Lu B., Charlton M., Fotheringham A. S. Geographically weighted regression using a non-euclidean distance metric with a study on London house price data. *Procedia Environmental Sciences*, 2011, no. 7, pp. 92–97.

4. Brunsdon C., Fotheringham A. S., Charlton M. E. Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 1996, vol. 28, no. 3, pp. 281–298.

5. Zhang L. J., Shi H. J. Local modeling of tree growth by geographically weighted regression. *Forest Science*, 2004, vol. 50, no. 2, pp. 225–244.

6. Balash V. A., Balash O. S., Kharlamov A. V. Econometric analysis of geocoded data of residential property prices. *Prikladnaya ekonometrika* [Applied econometrics], 2011, no. 2 (22), pp. 62–67 (In Russian).

Информация об авторах

Капралов Алексей Сергеевич – магистрант кафедры организации производства и экономики недвижимости. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: leshasergeevich@gmail.com

Пшебельская Людмила Юрьевна – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры организации производства и экономики недвижимости. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: psh-ly@inbox.ru

Information about the authors

Kapralov Aleksey Sergeevich – Master's degree student, the Department of Production Organization and Real Estate Economics. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: leshasergeevich@gmail.com

Pshebelskaya Lyudmila Yur'evna – PhD (Economics), Senior Lecturer, the Department of Production Organization and Real Estate Economics. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: psh-ly@inbox.ru

Поступила 25.03.2017