

Данный текст является русскоязычной версией опубликованной на английском языке статьи и представлен в авторской редакции только на данном сайте!

UDC 330.43:519.2

Doi: 10.31772/2587-6066-2019-20-4-443-450

For citation: Pashkovskaya O. V., Brening D. V. Attribute features application in specification of regression model of apartments cost. *Siberian Journal of Science and Technology*. 2019, Vol. 20, No. 4, P. 443–450. Doi: 10.31772/2587-6066-2019-20-4-443-450.

Для цитирования: Пашковская О. В., Бренинг Д. В. Использование атрибутивных признаков при спецификации регрессионной модели стоимости квартир // Сибирский журнал науки и технологий. 2019. Т. 20, № 4. С. 443–450. Doi: 10.31772/2587-6066-2019-20-4-443-450.

ATTRIBUTE FEATURES APPLICATION IN SPECIFICATION OF REGRESSION MODEL OF APARTMENTS COST

O. V. Pashkovskaya^{*}, D. V. Brening

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

^{*}E-mail: pashkovskaya@sibsau.ru

In the study of statistical data with a pronounced endogenous variable, it is necessary to identify factors (explanatory variables) that have a strong impact on the result. In this, factors can be both quantitative and attributive. To assess influence of numerical features, regression analysis methods can be used. Influence of attributive features is not taken into account. However, often these are they who make the decisive contribution to variation of the result. It is necessary to develop methods for analyzing influence of attributive features and accounting for these features in regression models. On the example of sets of apartments proposed for sale in the city of Krasnoyarsk, a new method is used to assess influence of attributive features on the quantitative using ranking them in accordance with their influence on the endogenous variable. Method of fictitious variables is used to analyze the attribute features. Each attribute with m values is assigned $(m-1)$ dummy variables and a regression model is constructed. Influence of exogenous variables can be expressed using standardized regression coefficients. In this case, influence of attributes can be estimated by cumulative correlation coefficient calculated on the basis of a regression model with fictitious variables. For further research, set is proposed to rank, assigning each element a "rank" – value of a standardized coefficient which reflects closeness of the relationship with the endogenous variable. Thus, all features have a numerical value. A standardized regression model is constructed. Proposed approach can be used in the analysis of statistical aggregates, units of which are characterized by quantitative and attributive features.

Keywords: attributive features (qualitative variables), ranking of variables, correlation, standardized multiple regression model.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТРИБУТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ПРИ СПЕЦИФИКАЦИИ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ СТОИМОСТИ КВАРТИР

О. В. Пашковская^{*}, Д. В. Бренинг

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

^{*}E-mail: pashkovskaya@sibsau.ru

При изучении статистических совокупностей с явно выраженной эндогенной переменной, необходимо выявить факторные признаки, которые оказывают сильное влияние на результат. При этом факторные признаки могут быть, как количественными, так и атрибутивными. Для оценки влияния числовых признаков можно использовать методы регрессионного анализа. Влияние атрибутивных признаков не учитывается. Однако часто именно они вносят решающий вклад в вариацию результата. Необходимо разработать методы анализа влияния атрибутивных признаков и учета этих признаков в регрессионных моделях.

На примере совокупности квартир, предлагаемых к продаже в городе Красноярске, применен новый метод оценки влияния атрибутивных признаков на количественный с использованием ранжирования их в соответствии с их влиянием на эндогенную переменную. Для анализа атрибутивного признака используется метод фиктивных переменных. Каждому атрибуту, имеющему m значений ставится в соответствие $m-1$ фиктивная переменная, строится регрессионная модель. Силу влияния экзогенных переменных можно выразить с помощью стандартизованных коэффициентов регрессии. В этом случае влияние атрибутов можно оценить совокупным коэффициентом корреляции, вычисленным на основе регрессионной модели с фиктивными переменными.

Для дальнейшего исследования совокупность предлагается ранжировать, присваивая каждому элементу «ранг» – значение стандартизованного коэффициента, который отражает тесноту связи с эндогенной переменной. Таким образом, все признаки имеют числовое значение. Построены стандартизованные регрессионные модели.

Предлагаемый подход можно использовать при анализе статистических совокупностей, единицы которых характеризуются количественными и атрибутивными признаками.

Ключевые слова: атрибутивные признаки, ранжирование переменных, корреляция, стандартизованная модель множественной регрессии.

Введение. Для оценки влияния факторных переменных на результативный признак используются различные эконометрические инструменты [1–14]. Например, в опубликованной ранее работе [1] на основании стоимости квартиры в совокупности квартир, предлагаемых к продаже на рынке жилья в г. Красноярске в 2017 г., строится регрессионная модель, в которой в качестве объясняющих переменных (регрессоров) выступают количественные переменные (площадь общая, площадь жилая и др.). В результате получали характеристики, по которым судили о степени влияния какого-либо фактора [1–14]. При изучении совокупности квартир, предлагаемых к продаже на первичном рынке жилья в г. Красноярске в 2017 г. [15], было выявлено, что сильное влияние на стоимость квартиры, помимо количественных признаков, например общей площади квартиры, оказывают атрибутивные признаки: район города, в котором находится дом, и материал, из которого этот дом построен.

Если статистический анализ числовых признаков не вызывает затруднений, то при работе с качественными признаками возникают различные сложности: значение признака представлено словом – атрибутом, необходимо ранжировать совокупность, заменяя каждое значение рангом. Если при ранжировании заменять значения просто порядковыми номерами, то числовое значение будет искажать влияние на результативный признак. Например, при ранжировании по признаку «район» квартирам в Академгородке присвоен ранг 12, а квартирам в Покровке ранг 6. Получается, что квартиры в одном районе в два раза «больше», чем в другом. Возникает вопрос, почему именно в два раза и действительно ли «больше» или это просто неподтвержденная догадка исследователя?

Для исследуемой совокупности [5] предлагается применить новый метод оценки влияния атрибутивных признаков на эндогенную переменную. Выделим два атрибутивных признака: материалы стен и район, в котором построен дом. Разработаем этот метод для совокупности

однокомнатных квартир, а затем протестируем его на совокупностях 2-, 3-, 4-комнатных квартир.

Метод фиктивных переменных. При исследовании влияния атрибутивных признаков будем использовать метод фиктивных переменных.

Оценим влияние района (z), в котором построен дом, на формирование цены квартиры (y) (структура изучаемого явления представлена на рис. 1).

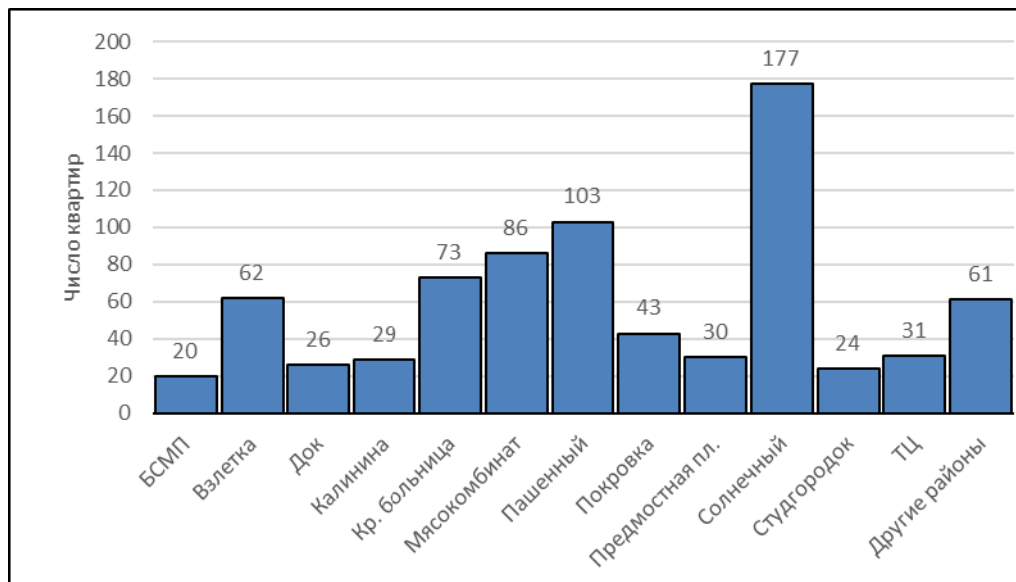


Рис. 1. Распределение предлагаемых к продаже однокомнатных квартир по районам, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 1. Distribution of offered for sale one-room apartments by district of the city Krasnoyarsk, 2017 year

Для учета атрибутивного признака (z) введем в регрессионную модель двенадцать фиктивных переменных $z_1, z_2, \dots, z_{12}$. По имеющейся выборке однокомнатных квартир (объем 765 элементов) рассчитаем оценки параметров уравнения регрессии. Уравнение регрессии будем строить в стандартизированном виде:

$$\begin{aligned} \hat{t}_y = & -0,01t_{z_1} + 0,25t_{z_2} - 0,08t_{z_3} - 0,01t_{z_4} - 0,05t_{z_5} - 0,30t_{z_6} - 0,18t_{z_7} + \\ & + 0,04t_{z_8} - 0,14t_{z_9} - 0,44t_{z_{10}} - 0,04t_{z_{11}} + 0,09t_{z_{12}} + 0,60t_x. \end{aligned} \quad (1)$$

$\begin{matrix} -0,68 & 11,78 & -4,43 & -4,63 & -2,23 & -13,42 & -7,55 \\ 1,96 & & -7,87 & -16,58 & -2,42 & 5,05 & 33,98 \end{matrix}$

где t_y – стоимость квартиры (стандартизированная переменная, соответствующая стоимости квартиры $t_y = \frac{y - \bar{y}}{s_y}$), $t_{z_1}, t_{z_2}, \dots, t_{z_{12}}$ – стандартизированные фиктивные переменные, соответствующие атрибутивному признаку «район», t_x – общая площадь (стандартизированная переменная). Для оценки каждого параметра снизу указано наблюдаемое значение t -статистики.

В уравнении (1) скорректированный коэффициент детерминации составил 82,6 %, что говорит о высоком качестве и статистической значимости построенного уравнения.

Для оценки влияния атрибутивного признака (z) – «район», на основе построенной корреляционной матрицы рассчитаем совокупный коэффициент корреляции:

$$r_{y|z_1, z_2, \dots, z_{12}} = \beta_1 r_{yz_1} + \dots + \beta_{12} r_{yz_{12}} = (-0,012) \cdot (-0,029) + \dots + 0,092 \cdot 0,268 = 0,404.$$

Доля влияния количественного признака в объясненной вариации составила 51,2 %, а атрибутивного признака – 48,7 %.

Далее, оценим влияние материала стен дома (u) на формирование цены квартиры (y) (структуру явления отразим на рис. 2).

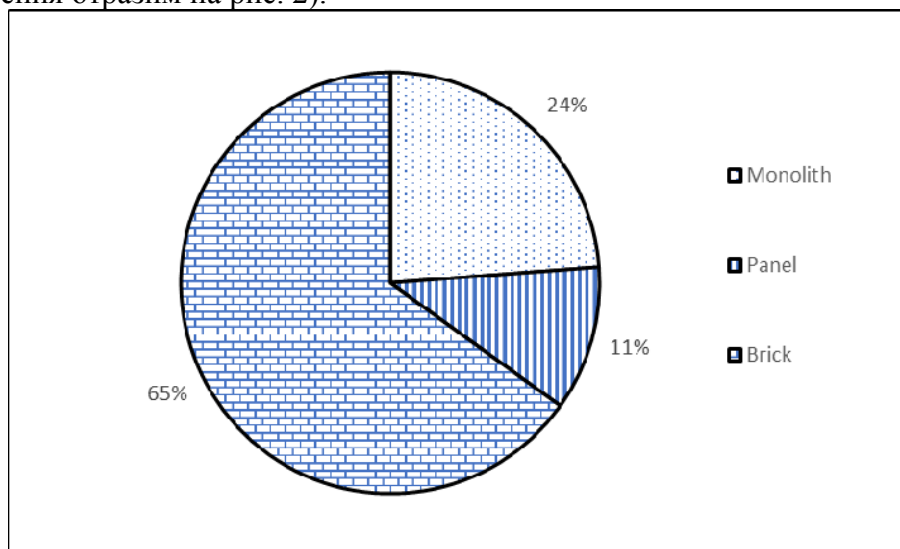


Рис. 2. Распределение предлагаемых к продаже однокомнатных квартир по материалу стен, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 2. Distribution of offered for sale one-room apartments by wall material, Krasnoyarsk, 2017 year

Для учета атрибутивного признака (u) введем в регрессионную модель две фиктивных переменных u_1, u_2 . Построим стандартизированную регрессионную модель:

$$\hat{t}_y = \underset{-4,28}{-0,11} t_{u_1} + \underset{1,90}{0,05} t_{u_2} + \underset{27,77}{0,71} t_x. \quad (2)$$

Для оценки влияния атрибутивного признака (u) – «материал стен», на основе построенной корреляционной матрицы $Q = \begin{pmatrix} 1 & -0,088 & 0,174 & 0,709 \\ -0,088 & 1 & -0,198 & 0,045 \\ 0,174 & -0,198 & 1 & 0,145 \\ 0,709 & 0,045 & 0,145 & 1 \end{pmatrix}$ рассчитаем

совокупный коэффициент корреляции:

$$r_{y|u_1, u_2} = \beta_1 r_{yu_1} + \beta_2 r_{yu_2} = (-0,11) \cdot (-0,088) + (0,05) \cdot (0,174) = 0,018.$$

Ранжирование совокупности. В исходной совокупности заменим значения атрибутивных признаков соответствующими стандартизированными коэффициентами регрессии, присваивая таким образом каждому элементу «ранг».

Таблица 1

Замена значений атрибутивных признаков стандартизированными коэффициентами

№	Стоимость квартиры, тыс. руб.	Площадь квартиры, кв. м	Материал стен		Район	
			Значение атрибута	Ранг	Значение атрибута	Ранг
1	1863	48,27	Монолит	-0,11	Мясокомбинат	-0,302
2	1262	31,77	Монолит	-0,11	Мясокомбинат	-0,302
3	1010	26,01	Монолит	-0,11	Мясокомбинат	-0,302
4	1010	26,01	Монолит	-0,11	Мясокомбинат	-0,302
5	1646	42,20	Монолит	-0,11	Мясокомбинат	-0,302
6	1646	42,20	Монолит	-0,11	Мясокомбинат	-0,302
7	1545	42,70	Монолит	-0,11	Солнечный	-0,435

...	...	...	...	...	...	...
687	1677	36,11	Кирпич	0,00	Солнечный	–0,435
688	1531	37,91	Кирпич	0,00	Мясокомбинат	–0,302
689	2315	42,09	Панель	0,05	Иннокентьевский	0,000
...	...	...	...	...	...	...
763	3162	51,00	Кирпич	0,00	Взлетка	0,242
764	1100	17,60	Кирпич	0,00	БСМП	–0,012
765	3162	51,00	Кирпич	0,00	Взлетка	0,242

Теперь в рассматриваемой совокупности все признаки количественные. Получим следующее уравнение регрессии:

$$\hat{t}_y = 0,63t_x + 0,09t_u + 0,55t_z. \quad (3)$$

$\frac{39,92}{t_x}$
 $\frac{5,93}{t_u}$
 $\frac{34,95}{t_z}$

Уравнение (3) на 81,6 % объясняет изменение цены квартир (скорректированный коэффициент детерминации составил 0,815) и с вероятностью 99 % является статистически значимым, стандартная ошибка $S = 0,43$.

Апробация. Аналогично проведем анализ совокупности двухкомнатных квартир (547 единиц наблюдения). В этой совокупности средняя площадь квартиры – 55,13 кв. м, средняя цена 1 кв. м – 48,41 тыс. руб., средняя стоимость квартиры – 2668,93 тыс. руб. Структура совокупности отражена на рис. 3–4.

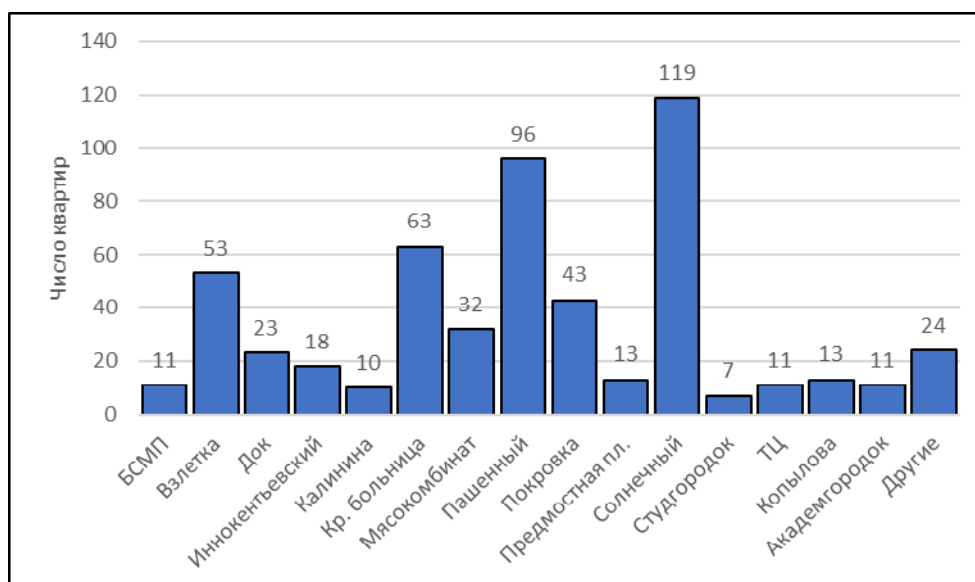


Рис. 3. Распределение предлагаемых к продаже двухкомнатных квартир по районам, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 3. Distribution of offered for sale two-room apartments by district of the city Krasnoyarsk, 2017 year

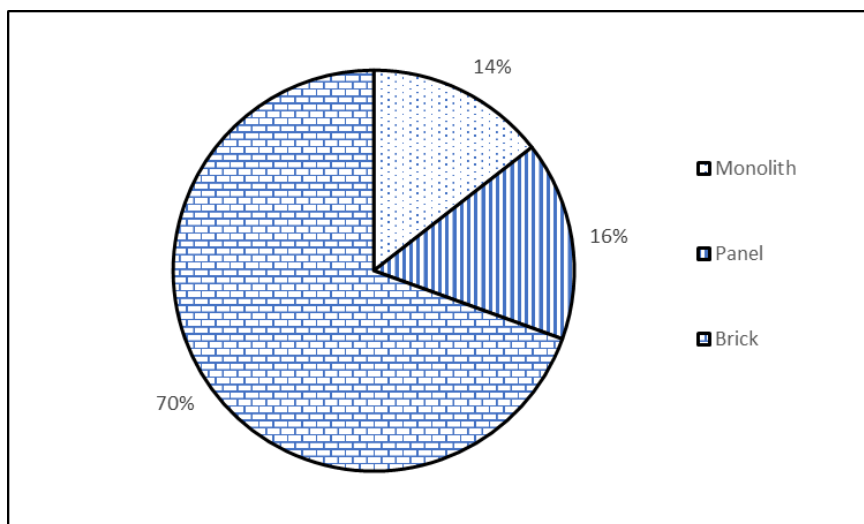


Рис. 4. Распределение предлагаемых к продаже двухкомнатных квартир по материалу стен, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 4. Distribution of offered for sale two-room apartments by wall material, Krasnoyarsk, 2017 year

В этой совокупности очень сильно влияние атрибутивных признаков – доля влияния атрибутивного признака в общем коэффициенте детерминации – 49,12 %. Полученное уравнение

$$\hat{t}_y = 0,58t_x - 0,02t_u + 0,57t_z$$

$\begin{matrix} 30,47 & -1,24 & 29,31 \end{matrix}$

статистически значимо с вероятностью 99 % (скорректированный коэффициент детерминации равен 0,818).

Далее проведем анализ совокупности трехкомнатных квартир (200 единиц наблюдения). В этой совокупности средняя площадь квартиры – 76,62 кв. м, средняя цена 1 кв. м – 51,05 тыс. руб., средняя стоимость квартиры – 3910,94 тыс. руб. Структура совокупности отражена на рис. 5–6.

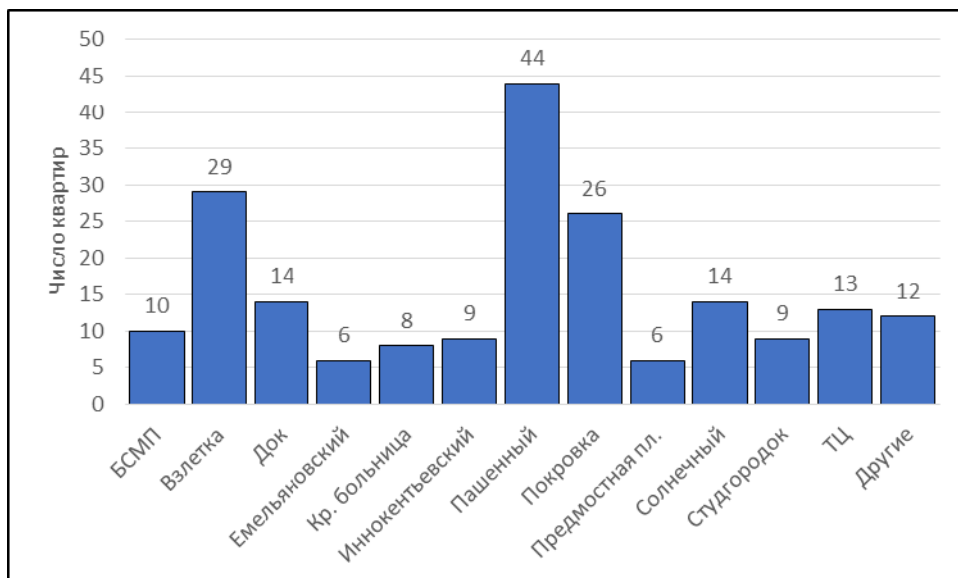


Рис. 5. Распределение предлагаемых к продаже трехкомнатных квартир по районам, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 5. Distribution of offered for sale three-room apartments by district of the city Krasnoyarsk, 2017 year

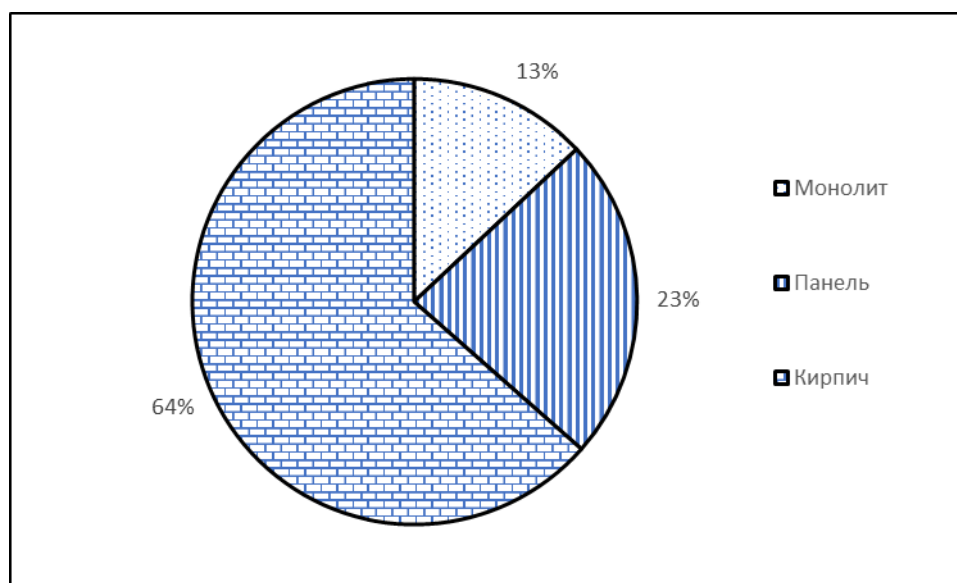


Рис. 6. Распределение предлагаемых к продаже трехкомнатных квартир по материалу стен, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 6. Distribution of offered for sale three -room apartments by wall material, Krasnoyarsk, 2017 year

По имеющимся количественным признакам (y – стоимость квартиры, тыс. руб.; x_1 – площадь общая, кв. м; x_2 – площадь жилая, кв. м; x_3 – площадь кухни, кв. м) построим регрессионную модель в стандартизированном виде:

$$\hat{t}_y = 0,78 t_{x_1} + 0,06 t_{x_2} + 0,05 t_{x_3}$$

12,19 1,28 0,86

Для этих моделей скорректированный коэффициент детерминации составил 71,4 % и уравнение регрессии статистически значимо с вероятностью 99 %. Низкие значения t -статистик говорят о том, что оценки параметров регрессии не являются статистически значимыми, а высокие значения коэффициентов корреляции между факторными признаками ($r_{x_1x_2} = 0,549$; $r_{x_1x_3} = 0,648$) сигнализируют о наличии мультиколлинеарности в модели. Попытаемся улучшить качество модели, добавляя атрибутивные признаки и исключая факторные признаки (x_2 – площадь жилая, кв. м; x_3 – площадь кухни, кв. м), тесно связанные с признаком x_1 – площадь общая, кв. м.

Работая с атрибутивными признаками «материал стен» (u) и «район» (z) и количественным признаком «площадь общая» (x) по методике, представленной в этой статье ранее, получим стандартизированное уравнение:

$$\hat{t}_y = 0,68 t_x + 0,01 t_u + 0,42 t_z$$

24,31 0,39 14,31

Отметим, что корреляционная матрица не показывает тесной связи между факторными признаками: $r_{xu} = 0,272$; $r_{xz} = 0,379$; $r_{zu} = 0,390$, следовательно, нет необходимости устранять мультиколлинеарность. Доля влияния атрибутивного признака в общем коэффициенте детерминации – 33,54 %. Такое уравнение является статистически значимым с вероятностью 99 % и скорректированный коэффициент детерминации составил 0,868.

Наконец, проведем анализ совокупности четырехкомнатных квартир (83 единицы наблюдения). В этой совокупности средняя площадь квартира – 107,82 кв. м, средняя цена 1 кв. м – 52,79 тыс. руб., средняя стоимость квартиры – 5692,53 тыс. руб. Структура

совокупности отражена на рис. 7–8. Совокупность неоднородная (коэффициент вариации 41,2 %, преобладают квартиры в кирпичных домах).

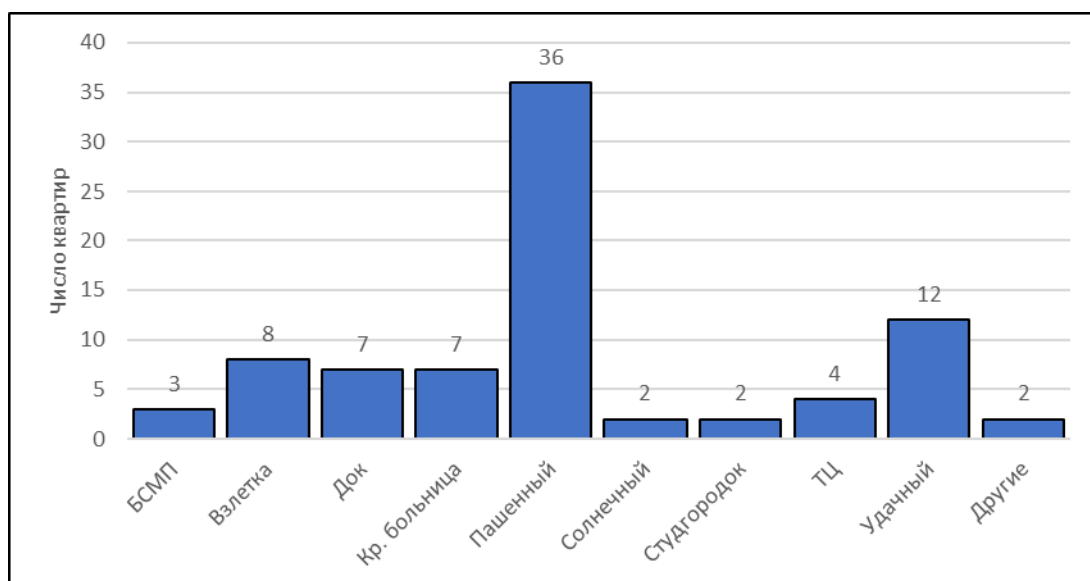


Рис. 7. Распределение предлагаемых к продаже четырехкомнатных квартир по районам, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 7. Distribution of offered for sale four-room apartments by district of the city Krasnoyarsk, 2017 year

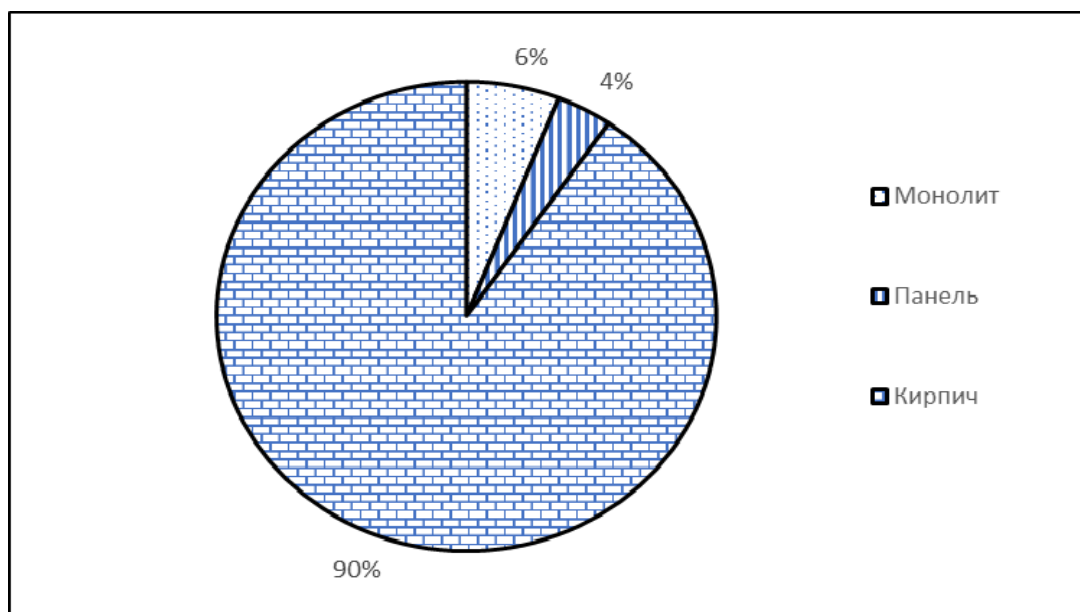


Рис. 8. Распределение предлагаемых к продаже четырехкомнатных квартир по материалу стен, г. Красноярск, 2017 г.

Fig. 8. Distribution of offered for sale four-room apartments by wall material, Krasnoyarsk, 2017 year

В модели, содержащей только количественные признаки,

$$\hat{t}_y = 1,11 t_{x_1} - 0,17 t_{x_2}$$

18,11 -2,74

скорректированный коэффициент детерминации составил 0,930 и уравнение регрессии статистически значимо с вероятностью 99 %.

Работая с атрибутивными признаками, получим уравнение

$$\hat{t}_y = 0,96 t_x + 0,04 t_u + 0,001 t_z.$$

29,13 1,38 0,02

Заключение. Таким образом, предлагаемый метод позволяет анализировать статистические совокупности, элементы которых характеризуются и числовыми, и атрибутивными признаками. Это существенно улучшает качество моделей и учитывает большее количество факторов. Метод легко распространяется на произвольные совокупности.

References

1. Brening D. V., Pashkovskaya O. V., Senashov S. I., Savostyanova I. L. [Mathematical modeling of the cost of secondary housing in the city of Krasnoyarsk in 2017]. *Sibirskiy zhurnal nauki i tekhnologii*. 2018, Vol. 19, No. 4, P. 581–588 (In Russ.).
2. Senashov S. I., Yuferova N. Yu., Vaytekunene E. L. *Ekonometricheskoe modelirovanie stoimosti zhil'ya v Krasnoyarske* [Econometric modelling of residential property cost in Krasnoyarsk]. Krasnoyarsk, SibGAU Publ., 2015, 178 p. (In Russ.).
3. Pashkovskaya O. V., Senashov S. I., Savostyanova I. L., Yuferova N. Yu. [Modeling the cost of housing on the secondary real estate market in the city of Krasnoyarsk in 2016]. *Sibirskiy zhurnal nauki i tekhnologii*. 2017, No. 4 (18), P. 788–796 (In Russ.).
4. Senashov S. I. et al. [Actual modeling of real estate in Krasnoyarsk]. *Vestnik SibGAU*. 2013, No. 2 (48), P. 86–91 (In Russ.).
5. Senashov S. I., Yuferova N. Yu., Groshak E. V. *Modelirovaniye stoimosti zhil'ya v g. Krasnoyarske* [Simulation of the cost of residential property in the city of Krasnoyarsk]. Krasnoyarsk, SibGTU Publ., 2007, 204 p.
6. Senashov S. I., Yuferova N. Yu., Surnina E. V. [Information system of valuation of apartments on the secondary market as a tool for investment management]. *Vestnik SibGAU*. 2009, No. 4 (25), P. 219–223 (In Russ.).
7. Senashov S. I. et al. [Cost estimation of information system of apartments at secondary housing markets as a management investment tool]. *Vestnik SibGAU*. 2009, No. 5, P. 154–157 (In Russ.).
8. Denisenko I. K., Senashov S. I., Yuferova N. Yu. [Modeling the cost of housing in Krasnoyarsk] *Vestnik Sib. gos. tekhnologich. un-ta*. 2000, No. 1, P. 185–190 (In Russ.).
9. Senashov S. I., Savostyanova I. L., Yuzaeva A. G., Savchenko L. M. [Simulation of the cost of residential properties in Krasnoyarsk for 2013–2014]. *Vestnik SibGAU*. 2016, Vol. 17, No. 3, P. 830–836 (In Russ.).
10. Senashov S. I., Surnina E. V., Puzanova G. A., Filyushina E. V. [Methods of valuation of land]. *Reshetnevskie chteniya*. 2009, Vol. 2, No. 13, P. 549–650 (In Russ.).
11. Surnina E. V., Senashov S. I. [The use of GIS technology for estimation of cost of apartments]. *Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavтики*. 2010, Vol. 1, No. 6, P. 444–445 (In Russ.).
12. Senashov S. I., Savostyanova I. L. [Econometric modeling of the cost of housing]. *Lesnoy i khimicheskiy komplekсы – problemy i resheniya*. 2016, Vol. 2, P. 235–236 (In Russ.).
13. Savchenko L. M., Yusaeva A. G., Senashov S. I. [Modeling the cost of housing in the city of Krasnoyarsk in 2013]. *Prospekt Svobodnyy-2016*. 2016, P. 67–70 (In Russ.).
14. Rusakova A. A., Starodubtsev A. A., Senashov S. I. [Modeling the cost of housing in the Central district of Krasnoyarsk]. *Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavтики*. 2017, Vol. 2, P. 398–401 (In Russ.).

15. Brening D. V., Savostyanova I. L., Kvartiry Krasnoyarska 2017. Rynok pervichnogo zhill'ya [Flats of Krasnoyarsk 2017. Primary real estate market]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 20186621065.

Библиографические ссылки

1. Математическое моделирование стоимости вторичного жилья в городе Красноярске в 2017 г. / Д. В. Бренинг, О. В. Пашковская, С. И. Сенашов, И. Л. Савостьянова // Сибирский журнал науки и технологий. 2018. № 4 (19). С. 581–588.
2. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Вайтекунене Е. Л. Эконометрическое моделирование стоимости жилья в Красноярске. Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т., 2015. 178 с.
3. Моделирование стоимости жилья на вторичном рынке недвижимости в г. Красноярске в 2016 г. / О. В. Пашковская, С. И. Сенашов, И. Л. Савостьянова, Н. Ю. Юферова // Сибирский журнал науки и технологий. 2017. № 4 (18). С. 788–796.
4. Актуальное моделирование недвижимости в Красноярске / С. И. Сенашов и др. // Вестник СибГАУ. 2013. № 2 (48). С. 86–91.
5. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Грошак Е. В. Моделирование стоимости жилья в г. Красноярске : монография / СибГТУ. Красноярск, 2007. 204 с.
6. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Сурнина Е. В. Информационная система оценки стоимости квартир на вторичном рынке жилья как инструмент управления инвестициями // Вестник СибГАУ. 2009. № 4(25). С. 219–223.
7. Cost estimation of information system of apartments at secondary housing markets as a management investment tool / С. И. Сенашов и др. // Вестник СибГАУ. 2009. № 5(26). Р. 154–157.
8. Денисенко И. К., Сенашов С. И., Юферова Н. Ю. Моделирование стоимости жилья в Красноярске // Вестник Сиб. гос. технологич. ун-та. 2000. № 1. С. 185–190.
9. Simulation of the cost of residential properties in Krasnoyarsk for 2013–2014 / С. И. Сенашов и др. // Вестник СибГАУ. 2016. Т. 17, № 3. С. 830–836.
10. Методы оценки земельных участков / С. И. Сенашов и др. // Решетневские чтения. 2009. Т. 2, № 13. С. 549–650.
11. Сурнина Е. В., Сенашов С. И. Использование ГИС-технологий для оценки стоимости квартир // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2010. Т. 1, № 6. С. 444–445.
12. Сенашов С. И., Савостьянова И. Л. Эконометрическое моделирование стоимости жилья // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск, 2016. Т. 2. С. 235–236.
13. Савченко Л. М., Юзаева А. Г., Сенашов С. И. Моделирование стоимости жилья в г. Красноярске за 2013 год // Проспект Свободный-2016 : сб. материалов Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. 2016. С. 67–70.
14. Русакова А. А., Стародубцев А. А., Сенашов С. И. Моделирование стоимости жилья Центрального района города Красноярска // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. 2017. Т. 2. С. 398–401.
15. Квартиры Красноярска 2017. Рынок первичного жилья: свид. 20186621065 / Д. В. Бренинг, И. Л. Савостьянова и др. ; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО СибГУ им. М.Ф. Решетнева (RU) №20186621065. Дата регистр. 12.07.2018. Реестр баз данных. 1 с.

© Pashkovskaya O. V., Brening D. V., 2019

Pashkovskaya Olga Vladimirovna – Cand. Sc., Docent, Department of Information Economic Systems; Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. E-mail: pashkovskaya@sibsau.ru.

Brening Darya Vladimirovna – student; Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. E-mail: brening98@gmail.com.

Пашковская Ольга Владимировна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных экономических систем, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. E-mail: pashkovskaya@sibsau.ru.

Бренинг Дарья Владимировна – студент группы БПЭ 16-01, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. E-mail: brening98@gmail.com.