УДК 332.628:519.233.5

Н.А.ЗУДИН, *студент, zudin.nikolay@gmail.com*
В.В.БЕЛЯЕВ, *канд. техн. наук, доцент, belyfaev_rosbi@list.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

N.A.ZUDIN, *student, zudin.nikolay@gmail.com*
V.V.BELYAEV, *PhD in eng. sc., associate professor, belyfaev_rosbi@list.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

В работе описано использование корреляционного анализа для определения стоимости земельного участка путем построения нелинейного уравнения методом включения.
Ключевые слова: статистические вычисления, нелинейная регрессия, оценка недвижимости.

USING OF REGRESSION ANALYSIS FOR ESTIMATION OF THE REAL ESTATE IN THE PROJECT

This paper deals with using nonlinear regression analysis for estimation of the real estate.
Key words: statistical computing, nonlinear regression, estimation of the real estate.

В настоящее время актуальной проблемой является проведение массовой оценки земель и установления кадастровой стоимости, которая является базовой стоимостью для налогообложения, купли-продажи, изъятии земли и земельных участков для государственных и муниципальных нужд, а также с целью внесения в качестве имущественного вклада в уставной капитал предприятия, компании, фирмы.

С развитием рынка недвижимости задачу оценки земли стали решать, основываясь не только на нормативах и экспертных методиках, а также и на статистических данных. Стоимость недвижимости рассчитывается исходя из реального уровня цен в регионе и с учетом значимости определенных факторов.

Принятие нормативных документов, таких как Федеральный закон «Об оценочной деятельности», Федеральный стандарт оценки (ФСО), а также ряд технических рекомендаций, позволяют использовать статистические методы для оценки недвижимости. Так, в частности, согласно ФСО, массовая оценка – это процесс определения стоимости при группировании объектов оценки, имеющих схожие характеристики, в рамках которого используются математические и иные методы моделирования.

Методика оценки рыночной стоимости земельного участка регулируется нормативным документом Роснедвижимости «Технические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов» от 29.06.2007 г. № П/0152. В этом документе уточняется, что именно корреляционно-регрессионный анализ (КРА) является основным методом моделирования стоимости земельного участка.

Суждение, основанное на результатах статистического моделирования массовых

данных, позволяет получать более достоверные оценки, по сравнению с другими методами оценки. Для проведения статистического моделирования необходим инструментарий, который должен обладать такими свойствами, как достаточная мощность, гибкость, относительная простота и доступность. Современные статистические пакеты в большинстве своем обладают всеми свойствами, перечисленными выше, за исключением последнего – доступности. Под термином доступность в данном контексте подразумевается возможность легального использования пакета на различных компьютерах, в том числе имеющих сравнительно небольшую вычислительную мощность и работающих под управлением различных операционных систем.

Объектно-ориентированная статистическая среда (*R*) в полной мере обладает всеми указанными свойствами, поскольку является открытым и свободным программным обеспечением, способным работать в различных операционных системах.

В «Технических рекомендациях...» изложена методика построения регрессионной модели и указан типичный перечень факторов, которые могут оказать влияние на величину отклика – цену участка. В работе В.В.Беляева* был отмечен ряд недостатков этой методики и способы их преодоления. К числу недостатков были отнесены возможная мультиколлинеарность факторов и не вполне корректный способ кодирования качественных переменных.

Для повышения качества регрессионной модели с учетом указанных недостатков исследовалась нелинейная модель, построенная методом включения.

В качестве нелинейного уравнения множественной регрессии использовалось уравнение вида:

$$Y = \sum_{i=1}^{p} B_i T_i;$$

$$T_i = \begin{cases} x_i; \\ \ln(x_i); \\ \exp(x_i); \\ x_i^2, \end{cases}$$

где B_i – коэффициенты регрессии; p – количество факторов.

Таким образом, в аддитивную модель входят или сами факторы, или функции от них (логарифмы, квадраты и экспоненты факторов). Функции от факторов, если фактор качественный, не использовались. В качестве x_0 используем единицу, тогда B_0 – это свободный член в уравнении регрессии.

С помощью предложенной модели исследовались данные о продаже земельных участков во Всеволожском районе, которые включали следующие признаки:

- стоимость земельного участка, тыс.руб./м^2;
- площадь земельного участка, м^2;
- расстояние до ближайшего населенного пункта, км;
- расстояние до ближайшей железнодорожной станции, км;
- расстояние до Санкт-Петербурга, км;
- расстояние до Всеволожска, км;
- вид разрешенного использования земельного участка;
- наличие инженерных коммуникаций.

Метод включения предполагает пошаговое включение значимых факторов в модель. Целесообразность включения на каждом шаге оценивается фактически трудоемким методом перебора многочисленных факторов и их функций от них. Широкий набор встроенных функций статистической среды *R* позволяет организовать такой перебор. Характерной особенностью среды *R* является возможность строить очередное уравнение не с «нуля», а путем модернизации предшествующего, что позволяет, в случае больших объемов данных, существенно сократить время вычислений. В результате было получено следующее уравнение (с учетом значимости факторов):

---

* *Беляев В.В.* Использование регрессионного анализа для определения рыночной стоимости земельного участка / В.В.Беляев, С.Г.Саркисова // Сборник «Математика в вузе»: Труды 21-й Междунар. научно-методической конференции. ГУПС. СПб, 2009. № 44. С.81-82.

Belyaev V.V. Using regression analysis for estimation of the real estate / V.V.Belyaev, S.G.Sarkisova // «Mathematics at High School»: Materials of 21-th international scientific. 2009. N 44. P.81-82.

$$\ln Y = -0{,}2313\ln x_1 - 0{,}0128x_2^2 +$$
$$(3{,}56) \qquad (2{,}16)$$

$$+ 0{,}000009\exp(x_3) - 0{,}6212\ln x_4 + 9{,}909.$$
$$(2{,}52) \qquad (5{,}21) \qquad (12{,}2)$$

В скобках указаны значения t-статистики критерия Стьюдента. При уровне значимости 5 % все коэффициенты значимы, а при уровне значимости 1 % коэффициенты при факторах x_2^2 и $\exp(x_3)$ незначимы.

Как известно, одним из существенных показателей качества модели является коэффициент детерминации модели R^2. Для полученного уравнения он равен 0,60, в то время как для уравнения, построенного с помощью традиционного подхода, согласно «Техническим рекомендациям…», $R^2 = 0{,}48$. Все это, с учетом значимости коэффициента детерминации, позволяет сделать вывод о более высоком качестве предложенного нелинейного уравнения.

Для проверки необходимых условий адекватности уравнения в статистической среде R имеется широкий арсенал функций, позволяющий проверить остатки на гомоскедастичность и на наличие автокорреляции с помощью различных критериев. Указанное уравнение было исследовано различными методами. В результате было установлено, что оно может быть использовано для анализа и прогноза.

Проведенное исследование предложенной методики выявило:

- высокую степень точности при оценке земельных участков;
- удобство применения статистической среды R при обработке больших массивов данных;
- гибкость моделирования, возможность повышения точности оценки без сбора дополнительной информации.