ВЕСТНИК ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

2013 Экономика №2(22)

ЭКОНОМИКА НЕДВИЖИМОСТИ

УДК 332.62:519.71

Б.С. Лещинский

СОГЛАСОВАНИЕ СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЛОГО ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ И РЫНОЧНОЙ СИТУАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Предлагается метод оценивания жилого объекта в условиях нестабильного рынка, учитывающий как мнение продавца о качестве предлагаемого им объекта, так и существующие цены предлагаемых на рынке объектов-аналогов. Аналоги выбираются на основе критерия, учитывающего субъективное мнение продавца. Оценка вычисляется на основе сопоставления нечеткого множества, формализующего мнение продавца о качестве объектов, и нечеткого множества, формализующего понятие ценности этих объектов. Применение метода рассмотрено на реальном примере.

Ключевые слова: *оценка недвижимости, сравнительный подход, рынок жилья, нечеткие множества, функция принадлежности.*

Одной из основных проблем, с которой сталкивается продавец жилья, является определение цены предлагаемой к продаже квартиры. С одной стороны, эта цена должна соответствовать субъективному мнению продавца о ценности его квартиры, с другой – уровню цен на предлагаемые в данный момент квартиры. В условиях стабильного рынка эта проблема может быть решена методами сравнительного анализа рынка жилья при наличии сведений о ранее проданных квартирах, аналогичных данной [1, 2]. Однако далеко не каждый продавец имеет такую информацию в объеме, достаточном для выбора подобных аналогов, которые позволяют использовать сравнительный подход. Кроме того, в условиях быстро меняющихся цен на рынке информация о ранее проданных аналогах быстро устаревает и, даже имея такую информацию, использование ее затруднительно. Все это приводит часто к тому, что продавец устанавливает слишком высокую цену, переоценивая (с точки зрения рынка) свою квартиру, теряет время на бесплодное ожидание покупателя и вынужден постепенно снижать цену. Нередко имеет место и обратная ситуация, связанная с недооценкой.

К сожалению, обычно продавец, несмотря на понимание этих последствий неверного оценивания, принимает интуитивное решение, не производя количественного анализа. Продавец в качестве аналогов на основе своего опыта выбирает объекты, которые «в целом» похожи, по его мнению, на оцениваемый объект, и, ориентируясь на сравнительные характеристики, устанавливает цену. Разумеется, такая оценка субъективна, но самое главное – отсутствуют расчеты, которые позволяют получить количественную оценку правильности полученного решения. В результате продавец хотя и принимает решение о цене, которую предлагает, но остается в неуверенности в ее правильности.

Нет сомнения, что в любом случае установленная цена будет субъективной в соответствии с мнением продавца, но желательно иметь способ, который позволяет количественно оценить объект в сравнении с выбранными аналогами и получить такую оценку стоимости, которая соответствует текущей рыночной ситуации.

В данной работе предлагается метод оценивания, основанный на согласовании субъективного понимания продавцом качества выставляемой на продажу квартиры и рыночной ситуации, отраженной в предлагаемых к продаже аналогичных квартирах.

1. Описание метода решения задачи

Пусть E – генеральная совокупность жилых объектов; $C = \{c_1, \ldots, c_m\}$ – множество количественных и качественных параметров, используемых для представления объектов из E. Для того чтобы эти данные были сопоставимыми и количественными, произведем переход от значений разнотипных параметров к их нечетким оценкам, измеряемым в одной и той же количественной шкале. После этого для каждого объекта из E получим значения функции принадлежности нечеткому множеству «*наилучший объект*» (обозначим это множество $\widetilde{C}$) [3].

Определим шкалу измерения в виде интервала вещественных чисел [0, 1] и для каждого объекта $x_i \in E$ ($i = 1, 2,\ldots$) по значению каждого параметра c_j ($j = 1,\ldots, m$) установим числовую оценку $\mu_j(x) \in [0, 1]$, которая характеризует, насколько этот объект x соответствует понятию «*наилучший по* c_j». В результате каждый объект $x \in E$ теперь будет представлен не множеством значений параметров, а множеством $\{\mu_1(x), \mu_2(x), \ldots, \mu_m(x)\}$ соответствующих им числовых оценок. При этом все они измеряются в одной и той же числовой шкале (интервал [0, 1]) и, следовательно, могут быть использованы совместно в расчетах.

Таким образом, для каждого $c_j \in C$ имеется множество $\{\mu_j(x_1), \mu_j(x_2), \ldots\}$, каждый элемент которого характеризует соответствие объекта x понятию «*наилучший*» по этому параметру. Следовательно, это понятие можно представить нечетким множеством, заданным на множестве объектов E,

$$\widetilde{c}_j = \{<x_1, \mu_j(x_1)>, <x_2, \mu_j(x_2)>, \ldots\} \tag{1}$$

с функцией принадлежности $\mu_j(x)$, характеризующей совместимость любого объекта $x \in E$ с данным понятием.

Оценки параметров, в качестве которых выступают значения функции принадлежности, можно устанавливать непосредственно (прямой метод) или использовать какие-либо косвенные методы [4].

Разумеется, параметры могут иметь неодинаковую важность. Как правило, их вклад в принятие решения различен. Пусть $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m$ – неотрицательные числа, характеризующие относительную важность параметров $c_1, \ldots,$

c_m, причем $\sum_{i=1}^{m} \beta_i = 1$. Если удобнее оценивать важность в числах, превышающих единицу, можно сначала использовать ту количественную шкалу, которая удобна (например, в интервале от 0 до 10), а затем вычислить долю каждого числа в общей сумме. Другими словами, если первоначально важность оценена в числах δ_j (j = 1,…, m) из интервала [0, b], то

$$\forall j = 1,\ldots,m\colon\ \beta_j = \frac{\delta_j}{\sum_{i=1}^{m} \delta_i}. \qquad (2)$$

В результате получаем нечеткое множество «*наилучший объект*»

$$\tilde{C} = \{<x_1,\ \mu_{\tilde{C}}(x_1)>, <x_2,\ \mu_{\tilde{C}}(x_2)>, \ldots\}, \qquad (3)$$

где $\mu_{\tilde{C}}(x)$ – значения функции принадлежности выпуклой комбинации нечётких множеств $\tilde{c}_1$, $\tilde{c}_2$,…, $\tilde{c}_m$, соответствующих измеряемым параметрам:

$$\forall x \in E\colon\ \mu_{\tilde{C}}(x) = \sum_{j=1}^{m} (\beta_j \cdot \mu_j(x)), \qquad (4)$$

которые показывают степень принадлежности каждого элемента x из E нечеткому множеству $\tilde{C}$ («*наилучший объект*»).

Таким образом, если имеется матрица коэффициентов важности используемых параметров

$$\mathcal{B} = [\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m]^{\mathrm{T}} \qquad (5)$$

и матрица значений функций принадлежности для n объектов

$$\mathcal{M} = \begin{bmatrix} \mu_1(x_1) & \cdots & \mu_m(x_1) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \mu_1(x_n) & \cdots & \mu_m(x_n) \end{bmatrix}, \qquad (6)$$

то матрица $\mathcal{M}_{\tilde{C}}$ элементов $\mu_{\tilde{C}}(x_1)$, …, $\mu_{\tilde{C}}(x_n)$, определяющих привлекательность этих объектов, имеет вид

$$\mathcal{M}_{\tilde{C}} = \mathcal{M} \cdot \mathcal{B}. \qquad (7)$$

Полученные $\mu_{\tilde{C}}(x)$ характеризуют качество любого объекта $x \in E$ и позволяют количественно оценить, насколько один объект лучше или хуже друго, вычисляя расстояния между ними. В данной работе используется расстояние Хэмминга.

Таким образом, если $\mu_{\tilde{C}}(x_i) > \mu_{\tilde{C}}(x_j)$, будем считать, что объект x_i лучше объекта x_j, причем на величину $|\mu_{\tilde{C}}(x_i) - \mu_{\tilde{C}}(x_j)|$. Эквивалентными (с точки зрения привлекательности) будем считать объекты с равными значениями функции принадлежности, для которых $|\mu_{\tilde{C}}(x_i) - \mu_{\tilde{C}}(x_j)| = 0$.

Имея множество объектов, для каждого из которых известно значение функции принадлежности, можно строго определить понятие «*аналог*», имея в виду объект, близкий по привлекательности оцениваемому объекту. Аналогом будем считать объект из E с известной ценой, для которого выполняется следующее условие: расстояние от него до оцениваемого объекта не больше заранее заданной величины.

Для удобства последующего изложения введем обозначения:

a_0 – объект из множества E с неизвестной ценой S_0 и известным ненулевым значением $\mu_{\tilde{C}}(a_0)$ функции принадлежности нечеткому множеству $\tilde{C}$, т.е. $<a_0, \mu_{\tilde{C}}(a_0)> \in \tilde{C}$;

$A = \{a_1, \ldots, a_n\}$ – множество объектов из E с известными ценами соответственно $S_1, S_2, \ldots, S_n$ и ненулевыми значениями $\mu_{\tilde{C}}(a_1), \ldots, \mu_{\tilde{C}}(a_n)$ функции принадлежности нечеткому множеству $\tilde{C}$, для которых

$$\forall i = 1,\ldots,n\colon 0 < \mu_{\tilde{C}}(a_i) \le 1, |\mu_{\tilde{C}}(a_i) - \mu_{\tilde{C}}(a_0)| \le \rho_\mu, \qquad (8)$$

где ρ_μ – заранее заданное положительное пороговое значение, конкретизирующее понятие «*объект, аналогичный объекту* a_0».

Назовем эти объекты $a_1, \ldots, a_n$ аналогами.

В данном случае в расчетах $\mu_{\tilde{C}}(a)$ с помощью выражений (1)–(4) цены не учитываются и эти величины характеризуют лишь привлекательность объектов. Однако очевидно, что каждый продавец и покупатель ориентируется на рыночную ситуацию, которая отражается в ценах на аналогичные объекты. Как покупатель, так и продавец разумно полагают, что в ценах на аналогичные объекты отражаются и качественные различия этих объектов.

Следуя этому предположению, определим нечеткое множество «*ценный объект*» (обозначим его $\tilde{S}$) с функцией принадлежности $\forall a \in E$: $\mu_{\tilde{S}}(a)$ с помощью функции $f(S)$, определенной на универсальном множестве E' («*цена*») числовых значений, означающих цены объектов из E:

$$\forall a \in E\colon \mu_{\tilde{S}}(a) = f(S), \qquad (9)$$

где S ($S \in E'$) – цена объекта a ($a \in E$).

Таким образом, имеем два нечетких множества «*наилучший объект*» и «*ценный объект*»:

$$\widetilde{C} = \{<a_0,\ \mu_{\widetilde{C}}(a_0)>, <a_1,\ \mu_{\widetilde{C}}(a_1)>, <a_2,\ \mu_{\widetilde{C}}(a_2)>, \ldots, <a_n,\ \mu_{\widetilde{C}}(a_n)>\} \quad (10)$$

и $$\widetilde{S} = \{<a_0,\ \mu_{\widetilde{S}}(a_0)>, <a_1,\ \mu_{\widetilde{S}}(a_1)>, <a_2, \mu_{\widetilde{S}}(a_2)>, \ldots, <a_n,\ \mu_{\widetilde{S}}(a_n)>\} \quad (11)$$

с неизвестным значением $\mu_{\widetilde{S}}(a_0)$.

Наличие таких множеств позволяет для любого объекта a_i выяснить, соответствует ли цена S_i качеству этого объекта: $\mu_{\tilde{S}}(a_i) > \mu_{\tilde{C}}(a_i)$ означает, что цена превышает качество объекта; $\mu_{\widetilde{S}}(a_i) < \mu_{\widetilde{C}}(a_i)$ означает, что цена объекта занижена, а равенство $\mu_{\widetilde{C}}(a_i)$ и $\mu_{\widetilde{S}}(a_i)$ показывает соответствие цены и качества объекта. Если $\forall i = 1,\ldots, n$: $\mu_{\tilde{C}}(a_i) = \mu_{\tilde{S}}(a_i)$, то мы имеем полное соответствие между качеством объектов, выбранных в виде аналогов, и ценами, за которые эти объекты продаются на рынке.

Рассуждая таким образом, получаем, что соответствие цены качеству оцениваемого объекта a_0, будет иметь место при равенстве $\mu_{\tilde{S}}(a_0)$ и $\mu_{\tilde{C}}(a_0)$. Тогда $f(S_0) = \mu_{\widetilde{S}}(a_0) = \mu_{\tilde{C}}(a_0)$ и, следовательно,

$$S_0 = f^{-1}(\mu_{\tilde{C}}(a_0)). \quad (12)$$

2. Пример оценивания предлагаемой к продаже квартиры

Рассмотрим пример оценивания квартиры a_0, характеризующейся параметрами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Рассматриваемые параметры

Обозначение	Параметр
c_1	Территориальное расположение (удобное или нет, инфраструктура и т.п.)
c_2	Тип дома (ж/б панель, кирпич и т.д.)
c_3	Площадь общая, м^2
c_4	Площадь кухни, м^2
c_5	Этажность дома
c_6	Этаж квартиры
c_7	Балкон/лоджия (количество)
c_8	Состояние квартиры (отличное, хорошее и т.п.)
c_9	Дополнительные условия (рассрочка, мебель, торг и т.д.)

Пусть выявлены квартиры $a_1, \ldots, a_{11}$, наиболее сопоставимые (по мнению продавца) с оцениваемой, о которых имеется вся необходимая информация. Сравнивая все имеющиеся объекты, продавец получил следующую матрицу принадлежностей $\mathcal{M}$ (6) (табл. 2).

Таблица 2

Матрица принадлежностей

Объекты	Параметры								
	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9
a_1	0,4	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4	0,6	0,5	0
a_2	0,7	0,8	0,6	0,5	0,8	0,8	0,3	0,4	0
a_3	0,1	0,8	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5	0,8
a_4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,2	0,4
a_5	0,3	0,5	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6
a_6	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,4
a_7	0,8	0,6	1	0,8	0,6	0,8	0,8	0,2	0,4
a_8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6
a_9	0,7	0,8	1	1	0,6	0,3	0,8	0,2	0,8
a_{10}	0,8	0,8	0,8	1	0,6	0,4	0,8	0,8	1
a_{11}	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	1	0,8	0,9	1
a_0	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,3

В этой таблице объекты a_1, …, a_{11} расположены в порядке возрастания цены.

Кроме этого, продавец оценил важность каждого параметра в числовых значениях δ_1, …, δ_9 из интервала [0, 10] (так ему было удобнее). По этим данным вычислены значения коэффициентов важности $\beta_j = \dfrac{\delta_j}{\sum_{k=1}^{9}\delta_k}$ $(j = \overline{1{,}9})$, удовлетворяющие условию $\sum_{j=1}^{9}\beta_j = 1$. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты важности параметров

Параметры	Важность	
	Значение δ_j	Коэффициент β_j
c_1	9	0,17
c_2	3	0,06
c_3	8	0,15
c_4	4	0,08
c_5	3	0,06
c_6	6	0,11
c_7	5	0,09
c_8	9	0,17
c_9	6	0,11

Теперь, пользуясь формулой (4), мы для каждого объекта можем вычислить значение функции принадлежностей $\mu_{\tilde{C}}(a)$, а затем и расстояние $|\,\mu_{\tilde{C}}(a) - \mu_{\tilde{C}}(a_0)\,|$ от этого объекта до оцениваемого. В табл. 4 приведены результаты этих вычислений (объекты исходного множества расположены в порядке возрастания цен, цены указаны в условных единицах).

Таблица 4

Значения функции принадлежностей для элементов нечеткого множества $\tilde{C}$

Объекты	Значения функции принадлежностей	Расстояние до a_0	Цена, усл. ед.
a_1	0,4679	0,0943	2550
a_2	0,5245	0,0377	2700
a_3	0,5358	0,0264	3038
a_4	0,6302	0,0679	3200
a_5	0,5642	0,0019	3300
a_6	0,6245	0,0623	3400
a_7	0,6604	0,0981	3577
a_8	0,6679	0,1057	3800
a_9	0,6585	0,0962	4350
a_{10}	0,7811	0,2189	5800
a_{11}	0,8774	0,3151	7500
a_0	0,5623	0	–

На следующем этапе необходимо из множества $a_1, \ldots, a_{11}$ выбрать объекты-аналоги. Для этого установим $\rho_\mu = 0{,}25$, т.е. в соответствии с критерием (8) будем считать аналогами объекты, для которых $|\mu_{\tilde{C}}(a_i) - \mu_{\tilde{C}}(a_0)| \le 0{,}25$. Таким образом, для последующих вычислений из исходного множества в качестве объектов-аналогов выбираем $a_1, \ldots, a_{10}$ с известными ценами соответственно $S_1, \ldots, S_{10}$.

Нечеткое множество $\tilde{S}$ («*ценная квартира*») определим с помощью следующей функции:

$$\mu_{\tilde{S}}(a) = f(S) = 1 - \mathrm{e}^{-k \cdot S} + d\,. \tag{13}$$

Здесь k ($k > 0$) и d ($d \le \mathrm{e}^{-k \cdot S_{\max}}$, $S_{\max} = \max\limits_{i=1,\ldots,10} S_i$) – параметры, значения которых определяют конкретный вид функции.

Отсюда на основании равенства (12) получаем формулу вычисления оценки стоимости S_0 объекта a_0:

$$S_0 = -\frac{1}{k}\ln(1 - \mu_{\tilde{S}}(a_0) + d) = -\frac{1}{k}\ln(1 - \mu_{\tilde{C}}(a_0) + d). \tag{14}$$

Поскольку предполагается, что рыночные цены отражают качественные отличия объектов, то значения параметров k и d устанавливаем, добиваясь наибольшей близости множеств $\tilde{C}$ и $\tilde{S}$. В данном примере используем евклидово расстояние, поэтому поиск оптимальных значений k и d произведем на основе критерия

$$\min_{k,d} \sum_{i=1}^{n} (\mu_{\tilde{S}}(a_i) - \mu_{\tilde{C}}(a_i))^2. \tag{15}$$

В результате получаем k = 0,0001587 и d = 0,1794678. В табл. 5 приведены значения функции принадлежностей $\mu_{\tilde{S}}(a)$ для объектов-аналогов, вычисленные при этих значениях параметров.

Таблица 5

Значения функции принадлежностей для элементов нечеткого множества $\tilde{S}$

Объекты	Цена, усл. ед.	Значения функции принадлежностей
a_1	2550	0,5123
a_2	2700	0,5280
a_3	3038	0,5620
a_4	3200	0,5777
a_5	3300	0,5871
a_6	3400	0,5965
a_7	3577	0,6126
a_8	3800	0,6323
a_9	4350	0,6781
a_{10}	5800	0,7811

На рис. 1 показаны графики функций принадлежностей $\mu_{\tilde{C}}(a)$ и $\mu_{\tilde{S}}(a)$ для объектов-аналогов, построенные по данным табл. 4 и 5.

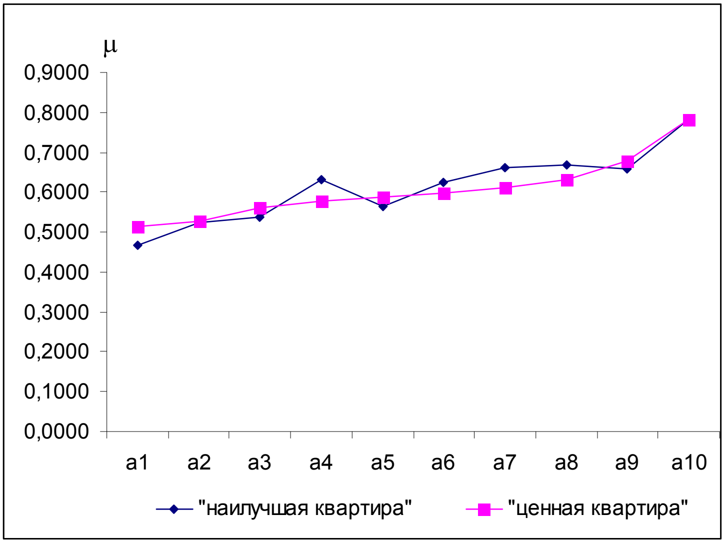

Рис. 1. Функции принадлежности нечетких множеств «*наилучшая квартира*» и «*ценная квартира*»

В соответствии с формулой (14) получаем, что оценка S_0 для объекта a_0 равна 3041 усл. ед.

Заключение

Продавец, выходя на рынок жилья в условиях его нестабильности, вынужден ориентироваться на текущую ситуацию, информация о ранее проданных квартирах быстро устаревает. Особенно сложно, если продавец – физическое лицо, у которого порой даже нет достаточной информации о ранее проданных квартирах. Кроме этого, следует иметь в виду и дополнительные трудности, связанные с разнотипностью информации о квартирах: среди параметров присутствуют как количественные, так и качественные признаки.

Несмотря на это, продавец и в таких условиях стремится оценить предлагаемую квартиру так, чтобы цена соответствовала его субъективному пониманию качества квартиры и одновременно текущему уровню цен на аналогичные квартиры. При этом в связи с указанными выше сложностями делает это чаще всего неверно.

Предлагаемый метод позволяет выразить количественно субъективное понимание продавцом качества квартир, выбрать аналоги, сравнить их, определить место своей квартиры среди аналогичных и вычислить цену, соответствующую этому качеству, согласно имеющейся ситуации на рынке.

Заметим, что предлагаемый метод позволяет не только получить оценку объекта, но и интервал, в котором возможна торговля, результат которой будет выгоден как продавцу, так и покупателю. Ведь таким же образом может оценить ту же самую квартиру и покупатель. В результате будем иметь интервал $[S_{01}, S_{02}]$, где S_{01} – оценка, полученная продавцом, а S_{02} – оценка, полученная покупателем. В частности, $S_{01} > S_{02}$ означает, что мнения продавца и покупателя о соотношении качества квартиры и ее цены настолько отличаются, что о приемлемой для обоих цене они вряд ли договорятся. Таким образом, данный метод может быть полезен и в посреднической деятельности.

Литература

1. *Оценка недвижимости* / под ред. А.Г. Грязновой, М.А. Федотовой. М.: Финансы и статистика, 2005. 496 с.

2. *Грибовский С.В., Иванова Е.Н., Львов Д.С., Медведева О.Е.* Оценка стоимости недвижимости. М.: ИНТЕРРЕКЛАМА, 2003. 704 с.

3. *Лещинский Б.С.* Оценивание жилых объектов недвижимости сравнительным подходом с использованием теории нечетких множеств // Вестник Том. гос. ун-та. Экономика. 2011. № 3(15). С. 186–192.

4. *Ротштейн А.П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. 320 с. Электронная версия: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5.