

НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ППП MATHCAD

Г.Г. Волков, Е.А. Григорьев, М.Е. Сироткина

Имеется некоторая риэлторская компания, занимающаяся недвижимостью. Перед компанией стоит задача: определить диапазон оптимальной прибыли, на который она может рассчитывать на следующий год.

Для решения задачи использован нечетко-множественный подход с программным продуктом MathCAD.

Ключевые слова: нечеткая логика; функция принадлежности; пакет прикладных программ MathCAD; доходность.

G.G. Volkov, E.A. Grigoryev, M.E. Sirotkina. FUZZY MODELLING OF BUSINESS OBJECTIVES VIA MATHCAD

There is an estate agency that is facing a task to define an optimal profit range which can be expected next year. Fuzzy set method with the aid of MathCAD is used for this task solving.

Keywords: fuzzy logic; membership function; MathCAD program package; profitability.

Принятие правильных решений человеком в своей повседневной практической деятельности является важнейшей составляющей, определяющей будущее. Особенно это важно при наличии дискретных данных, а также в условиях неполной и нечеткой информации. Построение моделей, приближенных к размышлениям человека, и доступность их реализации в компьютерных системах представляет сегодня одну из важнейших проблем современности. Одним из перспективных направлений решения проблем анализа, прогнозирования и моделирования экономических явлений и процессов является нечеткая логика. Применение аппарата нечеткой логики вызвано, в частности, тем, что:

- нечеткие множества полно описывают широкий спектр рассуждений субъекта;
- нечеткие числа хорошо подходят для планирования факторов во времени, когда их будущая оценка затруднена;
- в пределах одной модели можно формализовывать как особенности экономического объекта, так и субъекта (субъектов), участвующих в экономическом процессе.

В статье рассмотрена следующая практическая прогнозная ситуация: имеется некоторая риэлторская компания, занимающаяся недвижимостью. Перед компанией стоит задача: планировать ее деятельность на следующий год так, чтобы определить диапазон оптимальной прибыли, на который она может рассчитывать.

Для решения задачи существуют четыре нечетких утверждения, выявленных из ста-

тистики деятельности компании за несколько прошедших лет:

- 1) в течение каждого года в компанию приходят примерно 78 потенциальных клиентов;
- 2) из потенциальных клиентов примерно 30% совершают сделки;
- 3) стоимость недвижимости, фигурирующей в сделках, составляет в среднем 148825 евро (для удобства вычислений рублевая стоимость переведена в евроэквивалент);
- 4) за проведенную сделку с каждого клиента берется примерно 5,2 % комиссионных.

Если решить задачу обычным способом, перемножая данные четырех утверждений, то прибыль компании за год без издержек производства составит 181090,26 евро.

Используем далее нечетко-множественный подход с программным продуктом MathCAD. Выбор универсального математического пакета вызван тем, что наиболее используемые в России программные продукты, такие как FuziCalc, CubiCalc, Matlab и др., доступны не всем пользователям в силу различных обстоятельств, особенно финансовых (на мировом рынке представлено более 100 пакетов, которые в той или иной мере используют нечеткую логику) [1]. Кроме того, современные версии MathCAD (начиная с 14-й) интегрированы с Pro/ENGINEER и SolidWorks, что позволяет осуществить двустороннюю связь между этими приложениями.

Приводим предполагаемые рассуждения работника компании: говоря о 78 потенциальных клиентах в год, он имеет в виду то, что в разные годы обращаемость в организацию раз-

ная, и совершенно точно известно, что никогда не бывало меньше 65 и больше 92 обращений. Тогда функция принадлежности операнда имеет следующий вид (рис. 1) [2; 3]:

$$\mu_D(x) := \max\left(\min\left(\frac{x-65}{80-65}, 1, \frac{92-x}{92-80}\right), 0\right)$$

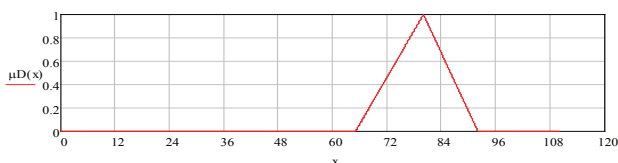


Рис. 1. График функции принадлежности $\mu_D(x)$

Когда работник говорит о 30 % потенциальных клиентов, совершающих сделки, то функция принадлежности выглядит так (рис. 2):

$$\mu_A(x) := \max\left(\min\left(\frac{x-0.12}{0.25-0.12}, 1, \frac{0.56-x}{0.56-0.40}\right), 0\right)$$

Из рис. 2 видно, что процент потенциальных клиентов изменяется в пределах 25-40 %, но никогда не был меньше 12 % и больше 56 %.

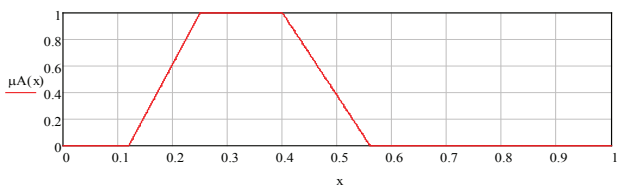


Рис. 2. График функции принадлежности $\mu_A(x)$

Когда речь идет о стоимости недвижимости в 152825 евро, то функция принадлежности стоимости различных объектов сделок имеет вид (рис. 3):

$$\mu_C(x) := \max\left[\min\left[\frac{x-120}{128-120}, 1, \max\left[1 - \frac{(x-145)}{150-145}, \left(1 - \frac{x-115}{180-115}\right)\right]\right], 0\right]$$

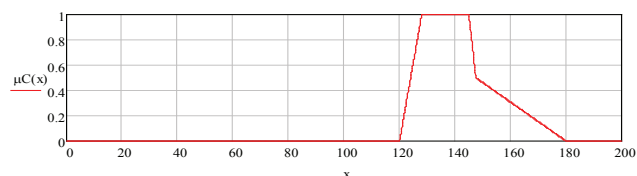


Рис. 3. Функция принадлежности стоимости различных объектов сделок $\mu_C(x)$

Сделки чаще всего происходят по цене 128000-145000 евро, но никогда не дешевле 120 тыс. евро и не дороже 150 тыс. евро. На графике имеется излом и уход в точку, соответствующую 180 тыс. евро. Здесь работник подразумевает, что в следующем году компания попытает проводить сделки с более дорогой

недвижимостью, но не свыше 180 тыс. евро. В противном случае точки перелома не было бы вообще, а график упирался бы в точку, соответствующую цене 150 тыс. евро.

Когда речь идет о комиссионных в 5,2 %, то на самом деле в разных случаях размер комиссионных распределяется следующим образом (рис. 4):

$$\mu_B(x) := \max\left(\min\left(\frac{x-0.03}{0.045-0.03}, 1, \frac{0.08-x}{0.08-0.055}\right), 0\right)$$

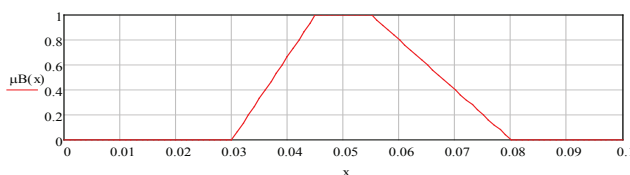
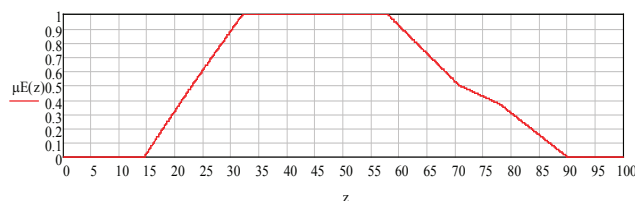


Рис. 4. Функция принадлежности комиссионных $\mu_B(x)$

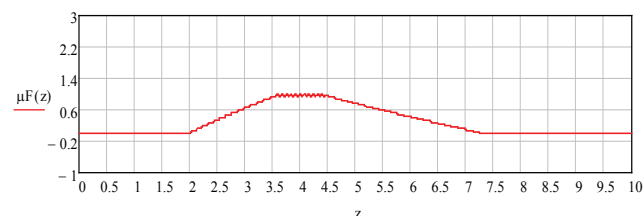
Чаще всего размер комиссионных лежит в пределах 4,5-5,5 %, но не меньше 3 % и не больше 8 %.

Описав математически четыре нечетких утверждения и реализовав аппарат нечеткого представления, запишем алгоритм определения прибыли:

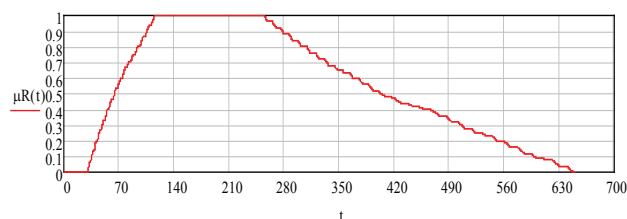
$$\mu_E(z) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..500 \\ \left| \begin{array}{l} x_1 \leftarrow 0.001 \cdot i \\ y_i \leftarrow \min\left(\mu_A(x_1), \mu_C\left(\frac{z}{x_1}\right)\right) \end{array} \right| \\ \max(y) \end{cases}$$



$$\mu_F(z) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..200 \\ \left| \begin{array}{l} x_1 \leftarrow 0.001 \cdot i \\ y_i \leftarrow \min\left(\mu_B(x_1), \mu_D\left(\frac{z}{x_1}\right)\right) \end{array} \right| \\ \max(y) \end{cases}$$



$$\mu R(t) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..100 \\ \quad x_i \leftarrow 0.1 \cdot i \\ \quad y_i \leftarrow \min \left(\mu F(x_i), \mu E \left(\frac{t}{x_i} \right) \right) \\ \max(y) \end{cases}$$



Получили, что наиболее достоверное значение прибыли будет находиться в пределах 115200-255200 евро, причем границы следующие: не менее 30400 евро и не более 648 тыс. евро. Заметим, что прибыль компании, полученная решением ситуации обычным способом, принадлежит указанному интервалу.

Таким образом, нечетко-множественные модели в сочетании с программным обеспечением позволяют работникам предприятий принимать экономически грамотные решения.

Список литературы

1. Алейников И.А. Практическое использование пакета Mathcad при решении задач: учеб. пособие. М.: Рос. гос. открытый технический ун-т путей сообщения Мин-ва путей сообщения Рос. Федерации, 2002. 114 с.
2. Воронина О.В., Порфирьева Ю.С., Волков Г.Г., Григорьев Е.А. Реализация операций нечеткого множества с использованием программного продукта MATHCAD / Наука и молодежь в XXI столетии (электронный ресурс): сб. тезисов Междунар. молодежной науч.-практ. интернет-конференции (г. Полтава, 1-2 декабря 2015 г.): в 2 ч. Полтава: ПУЭТ, 2014. Ч. 1. С. 360-363.
3. Круглов В.В., Балашов О.В. Программная реализация бинарных арифметических операций для нечетких чисел // Программные продукты и системы. 2009. № 2. С. 121-122.

ВОЛКОВ Геннадий Герасимович – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и математики. Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации. Россия. Чебоксары. E-mail: vogali@mail.ru.

ГРИГОРЬЕВ Евгений Арсентьевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий и математики. Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации. Россия. Чебоксары. E-mail: eagrignorev@list.ru.

СИРОТКИНА Марина Евгеньевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики и теоретической механики им. С.Ф. Сайкина. Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова. Россия. Чебоксары. E-mail: sirotkina-me@yandex.ru.

VOLKOV, Gennady Gerasimovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technology and Mathematics. Cheboksary Cooperative Institute (branch) of the Russian University of Cooperation. Russia. Cheboksary. E-mail: vogali@mail.ru.

GRIGORYEV, Evgeny Arsenyevich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technology and Mathematics. Cheboksary Cooperative Institute (branch) of the Russian University of Cooperation. Russia. Cheboksary. E-mail: eagrignorev@list.ru.

SIROTKINA, Marina Evgenyevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Advanced Mathematics and Theoretical Mechanics named by S.F. Saykin. Chuvash State University of the name of I.N. Ulyanov. Russia. Cheboksary. E-mail: sirotkina-me@yandex.ru.