

Вычислительный эксперимент показал эффективность предложенных подходов при решении задачи Робертсона. Невязка на полученном приближенном решении была порядка  $10^{-4}$ , что хорошо согласуется с невязками для жестких задач.

**Литература.** 1. Хайрер Э. Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. М. Мир, 1999. 2. Мадорский В.М. О некоторых подходах к построению нелокальных итерационных процессов. // Труды международной научной конференции «Статистический и прикладной анализ временных рядов»(SAATS-97). 1997.С.257.

### ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ В АНАЛИЗЕ ПОТОКА СВОБОДНЫХ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

*Коростелева Л.Ю., БГТУ, г.Брест*

Предположим, что есть эксперт, задача которого заключается в оценке перспектив движения денежных средств. Если у него запросить прогноз относительно некоей исчисляемой величины на последующий период, можно с уверенностью сказать, что ответ не будет точным числом. Т. к. в лучшем случае эксперт даст три числа, его оценки можно перевести в область нечетких расчетов, представив их, например, нечеткими треугольными числами. Например, эксперт оценивает, что закупки для производственных целей за наличный расчет составят не менее 450, не превысят 485, наиболее вероятным представляется, что они составят 470. Тогда треугольное нечеткое число будет иметь вид  $(450, 470, 485)$ . Если при составлении оценок о "продажах, связанных с производством, за наличный расчет" эксперт указывает, что они будут не менее 450; не более 500, но полагает, что они составят 460, то он тем самым определил нечеткое треугольное число:

$$\tilde{V} = (450, 460, 500)$$

При таком подходе уровень предположительности  $\alpha$  о нижней и верхней границах, естественно, считается равным 0, а уровень предположительности наиболее вероятного значения равным 1.

Зная НТЧ как тройку чисел  $\tilde{V} = (450, 460, 500)$ , путем несложных вычислений можно преобразовать его в НТЧ в форме  $\alpha$ -срезов. Для нахождения

нижней границы НТЧ в форме  $\alpha$ -срезов; необходимо найти уравнение прямой, проходящей через точку, представляющую минимальное значение, относящуюся к НТЧ, и точку максимальной предположительности. Тогда уравнение прямой будет иметь вид  $\frac{\alpha-0}{1-0} = \frac{v-450}{460-450}$ . Отсюда:  $v = 450 + 10\alpha$  - нижняя граница

НТЧ в форме  $\alpha$ -срезов. Аналогично для верхней границы, уравнение прямой будет иметь вид  $\frac{\alpha-1}{0-1} = \frac{v-460}{500-460}$ . Отсюда  $v = 500 - 40\alpha$  - верхняя граница НТЧ в

форме  $\alpha$ -срезов. Таким образом можно перейти от выражения НТЧ как тройки чисел (450, 460, 500) к другому выражению того же НТЧ, но в форме  $\alpha$ -срезов, т. е. в виде интервала  $V = [450 + 10\alpha, 500 - 40\alpha]$  для  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Аналогично суждение эксперта о показателе "покупки за наличный расчет" в форме  $\alpha$ -срезов будет иметь вид  $C_a = [450 + 20\alpha, 485 - 15\alpha]$

Чистое изменение денежных средств также может быть найдено в виде НТЧ с помощью операции (-):

$$\tilde{T} = (450, 460, 500)(-)(450, 470, 485) = (-35, -10, 50).$$

В форме  $\alpha$ -срезов будем иметь

$$\begin{aligned} T_a &= v_a(-)C_a = [450 + 10\alpha, 500 - 40\alpha](-)[450 + 20\alpha, 485 - 15\alpha] = \\ &= [450 + 10\alpha - 485 + 15\alpha, 500 - 40\alpha - 450 - 20\alpha] = [-35 + 25\alpha, 50 - 60\alpha] \end{aligned}$$

Рассмотрим пример, где привлечено несколько экспертов с тем, чтобы они дали свои оценки показателям, определяющим чистое колебание денежных средств предприятия. Будем считать, что имеется только один источник поступлений и одно направление использования денежных средств. Мнения экспертов в виде НТЧ о будущих поступлениях денежных средств и их расходовании приведены в Таблице 1. Колебания нетто денежных средств вычислены с помощью операции (-). Обозначим через  $\tilde{V}_i$  оценку поступлений экспертом  $i$ ,  $\tilde{C}_i$  - оценку расходования тем же экспертом. Разница между этими значениями выражена  $\tilde{T}_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, 10$ , и отражает колебания нетто денежных средств по мнению эксперта  $i$ .

Таблица 1. Оценки экспертов

Эксперты	Поступления	Расходы	Чистое колебание денежных средств
1	(450, 460, 500)	(450, 470, 485)	(-35, -10, 50)
2	(460, 490, 520)	(440, 460, 470)	(-10, 30, 80)
3	(400, 440, 460)	(420, 430, 455)	(-55, 10, 40)
4	(425, 440, 480)	(380, 400, 420)	(5, 40, 100)
5	(440, 445, 510)	(400, 420, 430)	(10, 25, 110)
6	(390, 465, 490)	(340, 470, 490)	(-100, -5, 150)
7	(415, 450, 470)	(360, 380, 420)	(-5, 70, 110)
8	(470, 490, 530)	(400, 440, 445)	(25, 50, 130)
9	(420, 440, 480)	(370, 400, 420)	(0, 40, 110)
10	(440, 470, 490)	(400, 420, 435)	(5, 50, 90)

Для получения с помощью нечеткого числа представления об обобщенном мнении экспертов перейдем к получению соответствующих средних нечетких чисел.

Как известно, если имеется  $n$  нечетких чисел  $\tilde{A}_\alpha^{(i)} = [a_1^{(i)}(\alpha), a_2^{(i)}(\alpha)]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , выражающих  $\tilde{A}$  в форме  $\alpha$ -срезов, среднее нечеткое число будет

$$\tilde{A}_\alpha = [a_1^m(\alpha), a_2^m(\alpha)], \text{ где } a_1^m(\alpha) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}(\alpha), \quad a_2^m(\alpha) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)}(\alpha). \quad (1)$$

В предположении о НТЧ можно использовать для простоты трехкомпонентную форму. В рассмотренном примере имеем:

$$\tilde{V} = \frac{1}{n} \sum (a, b, c) = \frac{1}{10} (-)(4310, 4590, 4930) = (431, 459, 493).$$

$$\text{Таким же образом получаем } \tilde{C} = \frac{1}{10} (-)(3960, 4290, 4470) = (396, 429, 447).$$

$$\text{Наконец } \tilde{T} = \frac{1}{10} (-)(-160, 300, 970) = (-16, 30, 97).$$

Итак, если считать, что набор нечетких чисел — это эффективное средство формализации суждений экспертов и принять в качестве представления их обобщенного мнения среднее нечеткое число, то в результате оказывается, что за рассматриваемый период величина изменения денежных средств колеблется между сокращением на 16 и ростом на 97. Прогнозируется, что наиболее вероятен рост на 30 единиц.

Литература. 1. А. Кофман «Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями» - Мн., 1992. 2. А.М. Хил Лафуренте «Финансовый анализ в условиях неопределенности» - Мн., 1998.