

С.Б. Патрушев

кандидат технических наук, доцент

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», г. Новосибирск, Россия

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НЕЧЕТКОГО ЧИСЛА

Аннотация. Цель работы - обратить внимание преподавателей и широкого круга специалистов, занимающихся системными исследованиями проблем внедрения и использования цифровых и информационных технологий в образовании, на возможности интервального анализа и теории нечетких множеств для ознакомления студентов с приближенными методами расчетов. Интервальный анализ и теория нечетких множеств, как составляющие методологии гибких вычислений, являются совокупностью методов и средств обработки информационной неопределенности, объективно присущей большинству проектируемых или прогнозируемых систем (технических, экономических, социальных) достаточно высокой размерности.

Ключевые слова: интервальный анализ; теория нечетких множеств; обработка информационной неопределенности.

DOI: 10.25206/2307-5430-2020-8-210-215

В продолжение размышлений о необходимости расширения рамок математического образования в техническом вузе [1] следует учитывать то, что информация о больших системах может быть вероятностно-неполной, заданной интервалами при неизвестных законах распределения внутри этого интервала, а также неполной или неопределенной, характеризующей неопределенность знаний о внешних условиях и факторах, которые влияют на решение задач проектирования и прогнозирования [2].

Ценность информации в подобных условиях характеризует особенность информационного аспекта многих задач проектирования и прогнозирования. Важное место при этом, должно отводиться точности (или погрешности) информации [3].

Для вероятностно-неполной информации, по мнению Л.А. Мелентьева, «важно правильно оценивать ее вероятную погрешность или вероятный интервал ее изменения, понимая под погрешностью равнозначные отклонения величины от некоторого «истинного» или среднего значения». В этом случае предоставить инженеру обоснованную количественную оценку, не известной точно,

величины будет возможно с применением интервального анализа, мотивация которого достаточно полно описана в [4].

Самым простым, доступным и достаточным для студентов и инженеров, из всего многообразия инструментов интервального анализа, является применение правил классической интервальной арифметики, которые задаются следующими формулами:

$$a + b = [\underline{a} + \underline{b}, \bar{a} + \bar{b}], \quad (1)$$

$$a - b = [\underline{a} - \bar{b}, \bar{a} - \underline{b}], \quad (2)$$

$$a \cdot b = [\min\{\underline{a} \cdot \underline{b}, \underline{a} \cdot \bar{b}, \bar{a} \cdot \underline{b}, \bar{a} \cdot \bar{b}\}, \max\{\underline{a} \cdot \underline{b}, \underline{a} \cdot \bar{b}, \bar{a} \cdot \underline{b}, \bar{a} \cdot \bar{b}\}], \quad (3)$$

$$a/b = a \cdot [1/\bar{b}, 1/\underline{b}] \text{ для } b \neq 0. \quad (4)$$

Здесь, интервал представляется множеством на вещественной оси вида:

$$a := [\underline{a}, \bar{a}] = \{x \in R | \underline{a} \leq x \leq \bar{a}\}.$$

Для неполной или неопределенной информации термин «погрешность» не очень удачен, так как неизвестны те «истинные» значения, по отношению к которым вычисляется погрешность.

С примерами такой информации мы встречаемся в многочисленных справочниках по проектированию технических систем, в различных «Правилах» (по технике безопасности при эксплуатации ..., по охране труда, СНиП), в учебниках по теории вероятностей и математической статистике, в учебниках по финансовой математике и т.д., где встречаются оценки параметров или величин в терминах лингвистических значений, например, таких как: «не менее N», «не более N», «большие», «около N», «приблизительно N», «почти N» и тому подобные значения [5].

Приведенные выше примеры отражают неопределенность, как неопределенность «будущего», для устранения или снижения которой не совсем корректно применять вероятностные методы, основанные на изучении закономерностей массовых однородных случайных событий.

Естественно, что возникает вопрос: «около N», «приблизительно N», «почти N» - это сколько, если N есть конкретное число?

Рассмотрим два из возможных подходов к интерпретации таких нечетких фактов.

В первом, используется операция пересечения нечеткого факта, как нечеткого числа с симметричной функцией принадлежности, форма которой

определяется параметром n (5), и значения лингвистической переменной для определения множества α -уровня нечеткого числа, как интервала (рис. 1).

$$f(x, m, \sigma, n) = 1 - \left| \frac{x-m}{\sigma} \right|^n, \quad (5)$$

где x – возможное значение нечеткого факта; m – заданное числовое представление нечеткого факта; σ – полуширина интервала области определения нечеткого факта; n – параметр формы функции принадлежности нечеткого факта:

$$n = \begin{cases} 0,5 \equiv \text{"около (about)"} \\ 1,0 \equiv \text{"приблизительно"} \\ 2 \equiv \text{"почти (almost)"} \end{cases}$$

Во втором подходе используется метод, при котором область определения нечеткого числа, как возможный диапазон изменения его количественного значения, задается нечеткостями слева и справа от значения нечеткого факта (рис. 2).

Путем эквивалентных преобразований и соответствующих положений, представленных в [6], вычисляется интервал предельно допустимых значений нечеткого факта по выражению (6), который интерпретируется уже как понятие «около N»:

$$[n'_-, n'_+] = \left[\frac{1}{3}(2n_- + N), \frac{1}{3}(2n_+ + N) \right]. \quad (6)$$

Последующие итерации позволяют получить интервальную интерпретацию понятий «приблизительно N», «почти N». Например, для коэффициента использования, если при расчете электрических нагрузок он будет представлен нечетким числом, интервальная интерпретация таких его понятий, как: «Около 0,5», «Приблизительно 0,5» и «Почти 0,5» приведена ниже (рис.3).

Рассмотренный, второй, подход к интервальной интерпретации нечеткого числа позволил составить таблицы интервального представления расчетных коэффициентов для их использования в приближенных формулах расчета цеховых нагрузок на всех ступенях, до цеховых трансформаторных подстанций включительно в соответствии с правилами интервальной арифметики.

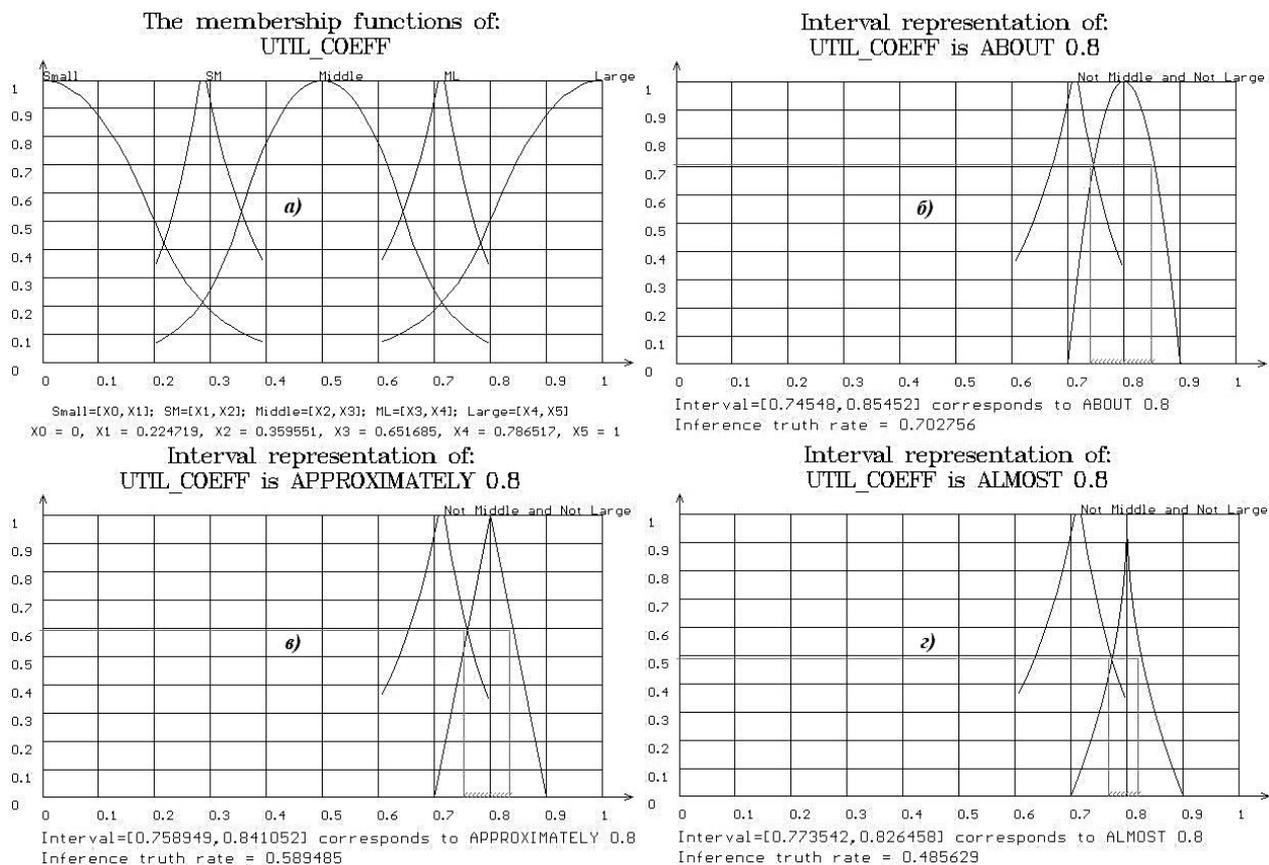


Рис. 1. а) Лингвистическая переменная;
б) нечеткий вывод для нечеткого факта «Около» 0,8;
в) нечеткий вывод для нечеткого факта «Приблизительно» 0,8;
г) нечеткий вывод для нечеткого факта «Почти» 0,8

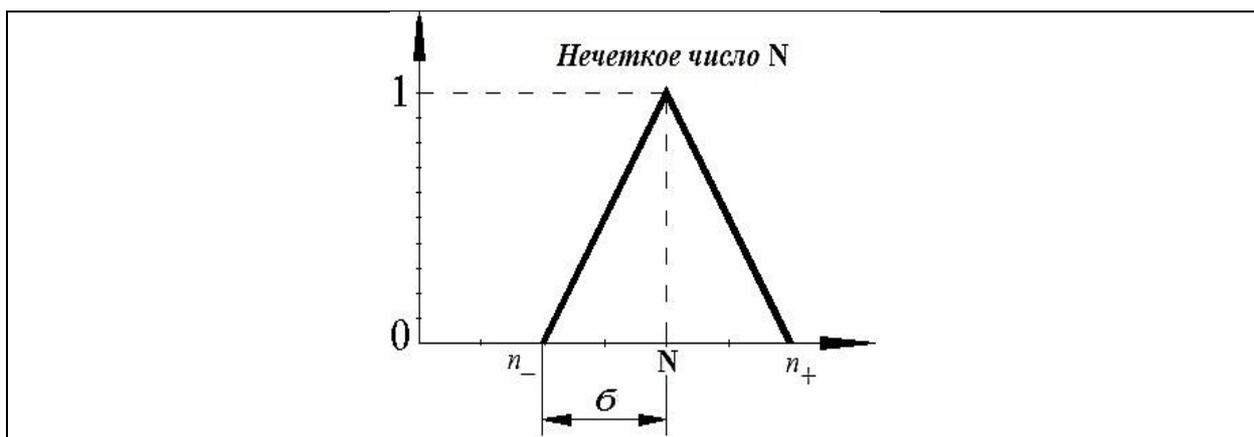


Рис. 2. Общее представление нечеткого числа N
при равенстве нечеткостей слева и справа

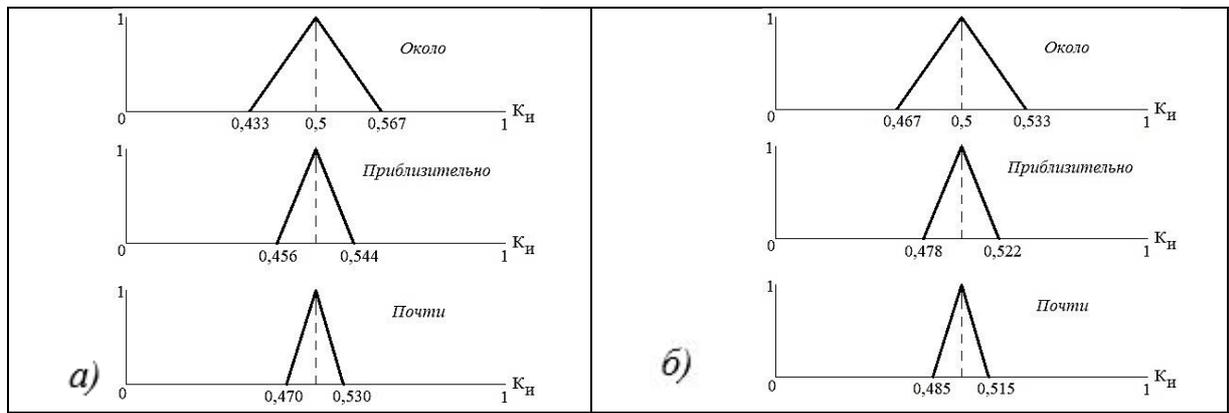


Рис. 3. Интервальная интерпретация понятий «Около 0,5», «Приблизительно 0,5», «Почти 0,5» при: а) $\sigma=0,1$ б) $\sigma=0,1$ (рис. 2)

В качестве примера, на рис. 4 приведен фрагмент таблицы интервальной интерпретации коэффициента использования, в случае его нечеткого представления, в которой приведены левые и правые концы интервалов.

	A	B	C	D	E	F	G	
1								
2	Нечеткое число N и его интервальное представление			Нечеткое число N				
3								
4								
5								
6								
7								
8	Коэффициент использования, Ки	Нечеткое число Ки, б=0,1						
9		Около		Приблизительно		Почти		
10		Левый	Правый	Левый	Правый	Левый	Правый	
11	0,10	0,033	0,167	0,056	0,144	0,070	0,130	
12	0,15	0,083	0,217	0,106	0,194	0,120	0,180	
13	0,20	0,133	0,267	0,156	0,244	0,170	0,230	
14	//////							
15	0,80	0,733	0,867	0,756	0,844	0,770	0,830	
16	0,85	0,783	0,917	0,806	0,894	0,820	0,880	
17	0,90	0,833	0,967	0,856	0,944	0,870	0,930	
18	0,95	0,883	1,000	0,906	0,994	0,920	0,980	
19	1,00	0,933	1,000	0,956	1,000	0,970	1,000	

Рис. 4. Фрагмент таблицы интервальной интерпретации коэффициента использования

Подготовленность студентов к применению соответствующих методов частичного устранения неопределенности лингвистического характера при освоении технических дисциплин, осведомленность преподавателей в этой спе-

цифической сфере обработки информации и, как следствие, наличие знаний у практикующих специалистов по использованию информации лингвистического и интервального характера позволит избежать негативных последствий уже на стадии проектирования и прогнозирования развития любых систем высоких уровней (где степень аппроксимации достаточно высокая).

Библиографический список

1. Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2019. №7. 393 с.
2. Беляев Л.С., Санеев Б.Г., Филиппов С.П. и др. Системные исследования проблем энергетики. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 558 с.
3. Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики. М.: Высш. шк., 1976. 336 с.
4. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. Новосибирск: Изд-во «xYz», 2020. 638 с. URL: <http://www.nsc.ru/interval/Library/InteBooks/SharyBook.pdf> (дата обращения: 15.06.2020).
5. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю. Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
6. Патрушев С.Б. Повышение точности интервальных оценок отклонений напряжения в электрических сетях общего назначения // Вычислительные технологии. – 1997. – Т. 2. – № 1. – С. 45–51.

Сведения об авторе:

Сергей Борисович Патрушев

Служебный почтовый адрес: 630099, г. Новосибирск, ул. Каменская, 56;
e-mail: patrushevs@yandex.ru; spin-code: 2403-8353.

Научные интересы автора: проблемы оценки качества знаний и формирования научно-исследовательской компетенции студентов, формы текущей и промежуточной аттестации студентов, НИРС.

Страница автора eLibrary.ru: [patrushevsergey](http://patrushevsergey.eLibrary.ru).