

УДК 510.22:371.26 (045)

С. П. Борсук канд. техн. наук., доц. кафедры

СВОЙСТВА МОДИФИКАТОРОВ СОСТАВНЫХ ТЕРМОВ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Институт аэрокосмических систем управления НАУ, e-mail: grey1s@yandex.ru

Рассмотрены свойства модификаторов составных термов лингвистических переменных, которые могут препятствовать адекватной оценке уровня знаний и умений при экспертной оценке. Приведены графики функций принадлежности нечётких переменных, сравнены функции принадлежности атомарных нечётких переменных с их составными аналогами. Проанализировано влияние модификаторов «Очень» и «Почти» на функции принадлежности атомарных термов. Формально описано влияние модификатора «Почти» на атомарные термы.

Ключевые слова: нечёткие множества, экспертные оценки, модификаторы лингвистической переменной.

Введение. В процессе обучения операторов сложных технологических систем рано или поздно возникает вопрос адекватной оценки деятельности оператора, связанный с повышенной сложностью, а иногда и невозможностью формального оценивания его знаний и умений. В таких случаях можно воспользоваться методом экспертных оценок, который позволяет проводить оценивание оператора другими специалистами и формировать на основании данных ими оценок комплексный результат–показатель успеваемости оператора. При современном уровне развития математического аппарата нечётких множеств [1] уже существует возможность автоматизации такого процесса оценивания с использованием лингвистических переменных [2] и последующей дефазификации оценки. Однако при достаточно мелком разделении рейтинговой шкалы обязательно возникнет необходимость в использовании не только заранее определенных атомарных термов лингвистической переменной, но и термов, включающих в себя модификаторы, что может сделать процесс дефазификации спорным и привести к неоднозначным результатам.

Анализ предыдущих исследований и публикаций. Лингвистическая переменная x характеризуется набором свойств $\langle N, U, T(N), G, M \rangle$, в котором: N – название переменной; U – множество, определяющее формальный диапазон значений лингвистической переменной; $T(N)$ – множество термов переменной, т. е. множество названий лингвистических значений переменной; G – синтаксическое правило, порождающее названия значений переменной; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной ее смысл, т. е. нечеткое подмножество универсального множества.

Конкретное название x , порожденное синтаксическим правилом, называется термом. Терм может быть атомарным, если состоит из одного слова или из нескольких слов, всегда фигурирующих вместе друг с другом, или составным, если состоит из более, чем одного атомарного терма.

Известно, что метод экспертного оценивания является одним из используемых в ходе оценивания чего-либо вообще [3] и успеваемости операторов на авиационных тренажёрах в частности [4]. Применяя его в сочетании с фазифицированной шкалой оценивания, можно добиться корректных результатов оценивания, однако из тех же работ видно, что на шкалах с большим количеством градаций использование модификаторов – необходимость.

Постановка задачи. Цель этой работы – рассмотрение свойств различных модификаторов для лингвистических переменных и выделение свойств модификаторов лингвистических переменных, которые делают процесс дефазификации контекстно-зависимым.

Нечёткие множества в экспертных оценках. Использование лингвистических переменных в методе экспертных оценок позволяет разделять существующие шкалы оценивания с использованием ранжирования, интуитивно более понятного, чем в случае использования баллов. Рассмотрим лингвистическую переменную x , принимающую целые значения из $U = [1, 3]$ и обладающую тремя атомарными термами с учетом изначальных языковых ограничений при определении меры успеваемости учащегося (рис. 1). Пусть $N = \text{Оценка}$.

$$T_{\text{Оценка}} = \{\text{Плохо, Средне, Хорошо}\}$$



Рис. 1. Лингвистическая переменная x

Переменная x в такой форме не слишком пригодна для оценки действий операторов в сложных технологических процессах как при обучении, так и в реальной работе. Имея лишь три различных варианта значений, она позволит оценить оператора с меньшей точностью, чем 12-бальная шкала. Изменим переменную таким образом, чтобы она позволяла оценивать уровень знаний оператора более точно. Для определения промежуточных степеней, то есть для дробления шкалы оценивания, введём дополнительно два модификатора «Почти» и «Очень». Соответственно изменится и терм-множество

$$T_{\text{Оценка}} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Очень Плохо, Плохо, Почти Плохо, Очень Средне, Средне,} \\ \text{Почти Средне, Очень Хорошо, Хорошо, Почти Хорошо} \end{array} \right\}$$

Модификатор «Очень». С точки зрения языка слово «очень» обозначает увеличение модуля параметра вне зависимости от его знака. Так, «очень горячо» обозначает температуру большую, чем просто «горячо» в то время, как «очень холодно» обозначает температуру меньшую, чем просто «холодно». Аналогичная особенность возникает и при использовании модификатора «Очень» для оценки уровня знаний. Причина особенности заключается в том, что привычная шкала оценивания температуры (по Цельсию) имеет небольшой симметричный интервал относительно своего нуля (от -273,15 до +273,15), из которого люди в быту используют, как правило, диапазон от -100 до +100. Также шкала температур не имеет ограничений справа. По аналогии с приведённым примером при выставлении оценки эксперт автоматически подразумевает наличие у шкалы двух частей – положительной и отрицательной. Таким образом, использование модификатора «Очень» неявно смещает действительный нуль шкалы оценивания знаний в положение строго посередине шкалы, как это показано на рис 3. Значение этого мнимого нуля впоследствии может использоваться экспертом при выставлении оценки. Особенно это характерно при оценивании с «открытым» типом выставления оценки (рис. 2).

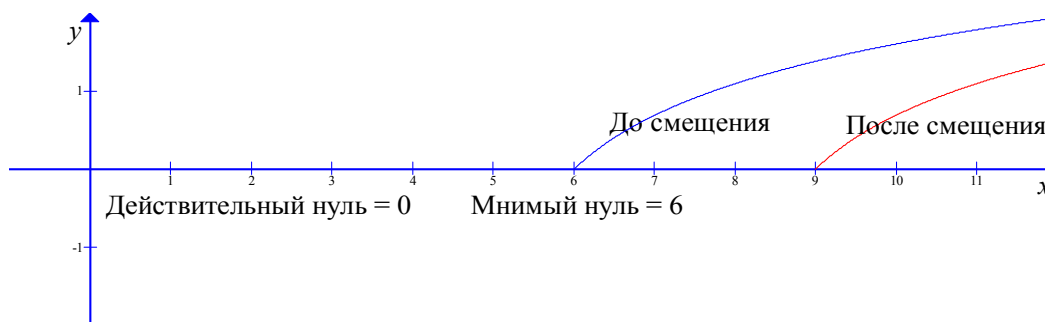


Рис. 2. Смещение графика функции при использовании модификатора «Очень»

Модификатор «Очень» не единственный, который влияет на мнимое положение нуля, однако некоторые модификаторы не производят такого влияния, например, «Почти», «Больше, чем». Таким образом, можно говорить о свойстве некоторых модификаторов смещать положение нуля с действительного на мнимое. Использование модификатора «Очень» также характерно увеличением влияния модификатора на изначальный атомарный терм. Это влияние тем большее, чем больше точка оценки удаляется от абсолютного значения атомарного терма на шкале. Пример этого приведен для двух термов «Очень хорошо» и «Очень плохо» переменной «Оценка» (рис. 3).

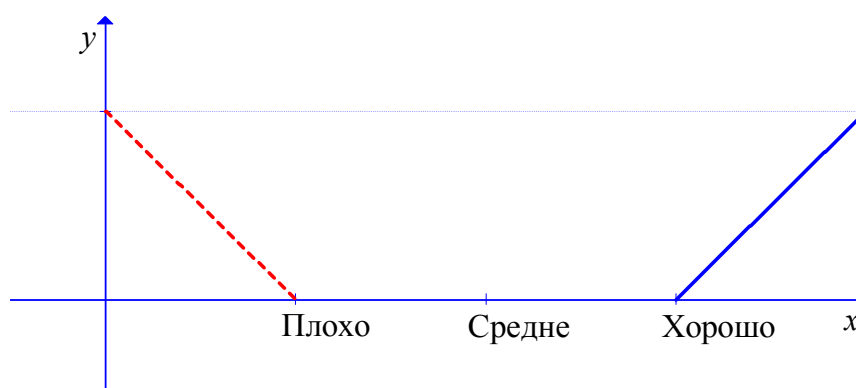


Рис. 3. Степень влияния модификатора «Очень» на атомарный терм: - - - - - «Очень плохо»; — — — — — «Очень хорошо»

Проблема нуль-зависимости не единственная, которая возникает при использовании модификатора «Очень». В случае формирования значения лингвистической переменной для значения успеваемости оператора, близкого к среднему, модификатор «Очень» оказывается неприемлем. По сути, значение «Очень средне» увеличивает модуль оценки, но при стремлении к нулю это увеличение также стремится к нулю. Обозначив влияние модификатора на переменную x как $m(x)$, а терм, к которому применён модификатор, как $T_{m(x)}$, формально влияние модификатора на оценку можно описать как $m(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow T_{m(x)}$.

Степень влияния модификатора «Очень» видна при сравнении графика функции принадлежности $x_1 = \langle \text{«Средне»} \rangle$ с графиком функции $x_2 = \langle \text{«Очень средне»} \rangle$ (рис. 4).

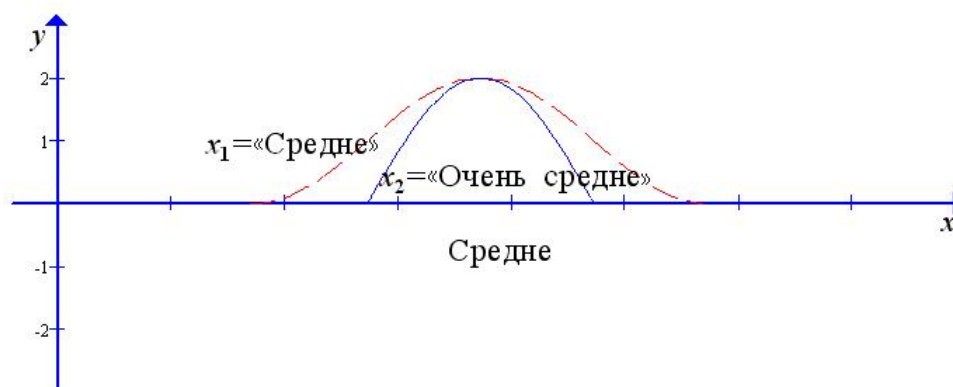


Рис. 4. Изменение функции принадлежности с применением модификатора «Очень» к атомарному терму «Средне»

Из сравнения степени влияния модификатора «Очень» на атомарные термы «Плохо», «Средне», «Хорошо» видно, что особенность наращивать влияние на удалении от атомарного терма присутствует во всех трёх случаях (рис. 5).

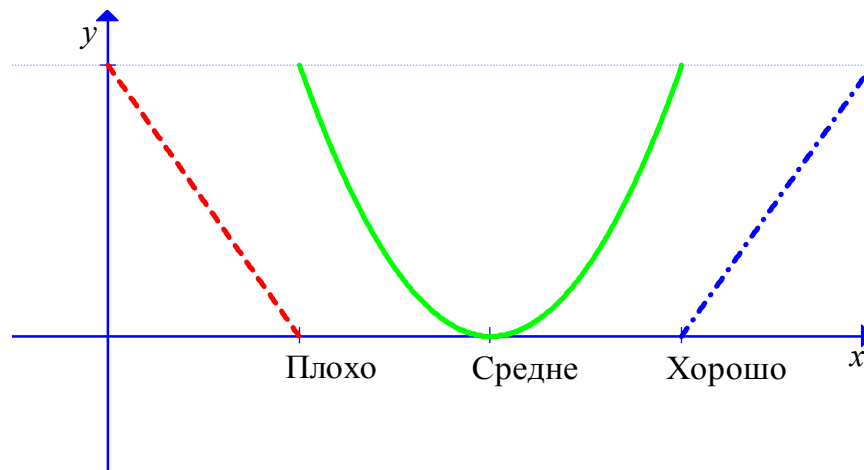


Рис. 5. Степень влияния модификатора «Очень» на три атомарных термина:
 - - - - - «Очень плохо»; ——— «Очень средне»; - · - · - «Очень хорошо»

Соответственно значение «Очень средне» при приближении к нулю будет всё меньше отличаться от обычной оценки «Средне». Модификатор «Лучше, чем» не обладает подобными свойствами и модифицирует значение термина независимо от его положения на оси. Таким образом, можно выделить ещё два свойства для модификаторов: центробежность, т. е. усиление влияния по мере удаления от базового атомарного термина; позиционность, т. е. различное влияние на значение термина в зависимости от его позиции на шкале.

Модификатор «Почти». Модификатор «Очень» интуитивно понятен человеку, применяющему его к атомарному термину при оценивании. В отличие от него модификатор «Почти» не так однозначен. С точки зрения языка суть модификатора «Почти» состоит в приближении параметра к некоторому заданному значению с обязательным условием его недостижимости. Из использования слова «почти» в языке таким образом можно сделать два важных вывода, произвольно переносимых и на модификатор «Почти» терм множества. Во-первых, идеальное значение остаётся всегда недостижимым. Формально это можно показать, как $m(x): x \rightarrow n; (x \neq n)$. Во-вторых, неизвестно с какой именно стороны приближается значение параметра к желаемому/идеальному (рис. 6).

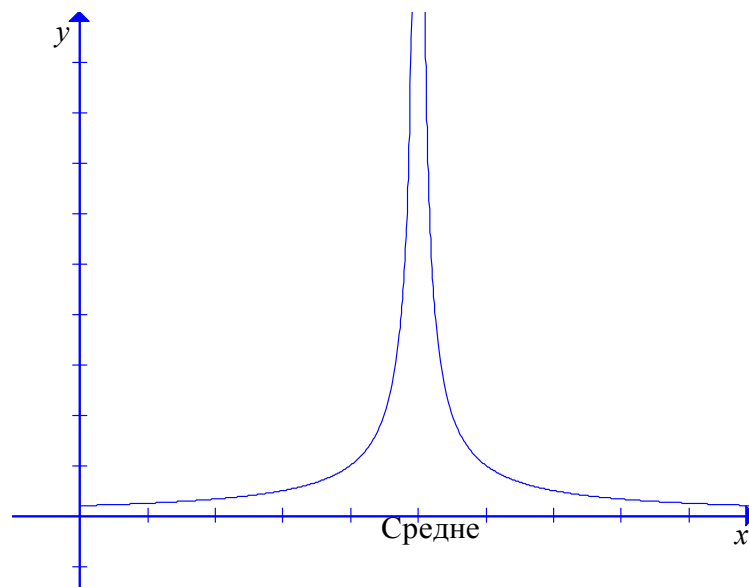


Рис. 6. Влияние модификатора «Почти» на атомарный терм «Средне»

Рассматривая $p(\chi)$ как вероятность трактовки приближения терма χ к желаемому/идеальному значению, получаем $p\left(m(x): x \xrightarrow{+} n\right) = p\left(m(x): x \xrightarrow{-} n\right); (x \neq n)$, где $\xrightarrow{+}$ обозначает приближение справа, а $\xrightarrow{-}$ приближение слева.

В отличие от модификатора «Очень» модификатор «Почти» не зависит от расположения на шкале базового атомарного терма, к которому его применяют. Применяя его поочерёдно к трём атомарным термам «Плохо», «Средне», «Хорошо», на выходе получим идентичные графики функций принадлежности, смещённые соответственно положения базового атомарного терма по шкале абсцисс (рис. 7).

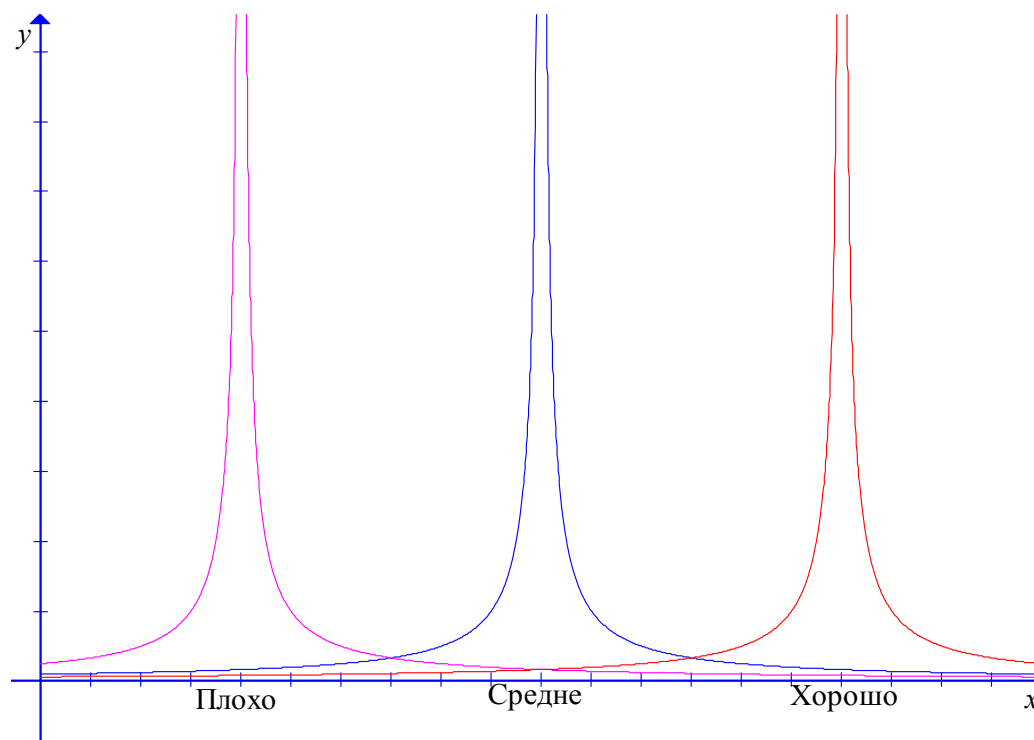


Рис. 7. Влияние модификатора «Почти» на атомарные термы «Плохо», «Средне», «Хорошо»

Очевидно, что указание – с какой именно стороны к базовому атомарному терму стремится функция принадлежности модифицированного терма – может достаточно сильно повлиять на результаты вычисления результирующей оценки при контроле знаний.

Выводы. Использование нечёткой логики при оценивании методом экспертных оценок позволяет формализовать процесс оценивания в тех случаях, в каких это привычными методами представляется невозможным или затруднительным. Однако, принимая во внимание рассмотренные случаи, становится возможным подробное уточнение роли и поведения модификаторов при проведении оценивания как для экспертов, так и для людей, ответственных за окончательный подсчёт результатов. В противном случае рассмотренные свойства модификаторов (смещение положения нуля на мнимое, центробежность, позиционность, неопределённость направления приближения) могут негативно повлиять на точность результатов оценивания уровня знаний.

Список литературы

1. Яхьяева Г. Э. Нечёткие множества и нейронные сети: учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. – М.: Интернет-Ун-т информ. технологий; БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. – 315 с.: ил., табл. – (Серия «Основы информационных теорий»).

2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; пер. с англ. Н. И. Ринго // под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
3. Новиков Д. А. Теория управления образовательными системами / Д. А. Новиков // М.: Народное образование, 2009. – 416 с.
4. Андреев С. М. Оцінка рівня професійної підготовки льотного складу при початковому навчанні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.01.04 / С. М. Андреев – Х., 1999. – 17 с.

С. П. Борсук

Властивості модифікаторів складених термів лінгвістичних змінних

Розглянуто властивості модифікаторів складених термів лінгвістичних змінних, які можуть зашкодити адекватній оцінці рівня знань та вмінь при експертній оцінці. Наведено графіки функцій належності нечітких змінних, порівняно функції належності атомарних нечітких змінних із їх складеними аналогами. Проаналізовано вплив модифікаторів «Дуже» та «Майже» на функції належності атомарних термів. Формально описано вплив модифікатора «Майже» на атомарні терми.

S. P. Borsuk

Properties of Composite Linguistic Variables Modifiers

Properties of composite linguistic variables modifiers that may block adequate knowledge and skills level evaluation within expert estimation procedure are observed. function charts are given for fuzzy variables, comparison of atomic fuzzy variables membership function charts with their composite analogs is shown. «Very» and «Almost» modifiers influence upon the atomic terms member functions is analyzed. «Almost» modifier influence upon the atomic terms is described formally.