

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**Миц А. Ю.**

Для эффективного решения современных экономических задач необходимо использование специализированного программного обеспечения, реализующего сложные математические методы. В статье обосновано использование нечетких вычислений для выбора такого программного обеспечения. Сформулированы подходы к формированию критериев оценки и определению их значимости. Разработаны процедуры фаззификации и дефаззификации нечетких переменных. Разработана процедура определения нечеткой оценки. Предложенная модель обеспечивает получение интегральной оценки свойств программного обеспечения и может использоваться при большом количестве анализируемых продуктов и критериев.

Для ефективного вирішення сучасних економічних завдань необхідно використання спеціалізованого програмного забезпечення, що реалізує складні математичні методи. У статті обґрунтовано використання нечітких обчислень для вибору такого програмного забезпечення. Сформульовано підходи до формування критеріїв оцінки і визначення їх значимості. Розроблено процедури фазифікації і дефазифікації нечітких змінних. Розроблено процедуру визначення нечіткої оцінки. Запропонована модель забезпечує отримання інтегральної оцінки властивостей програмного забезпечення і може використовуватися при великій кількості аналізованих продуктів і критеріїв.

To effectively solve modern economic problems, it is necessary to use specialized software that implements sophisticated mathematical methods. The use of fuzzy computations for the selection of such software is substantiated in the article. The approaches to the formation of evaluation criteria and determining their significance are formulated. The procedures for fuzzification and defuzzification of fuzzy variables have been developed. The procedure for determining a fuzzy rating is defined. The proposed model provides an integral rating of software properties and can be used with a large number of analyzed products and criteria.

Миц А. Ю.

канд. экон. наук,
доц. каф. ФБД ГВУЗ ПГТУ
oksanakamenskaya@mail.ru

ГВУЗ ПГТУ – Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь.

УДК 004.413.5

Минц А. Ю.

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Эффективное решение экономических задач в современных условиях невозможно без глубокого анализа информации, требующего привлечения инструментария искусственного интеллекта и сложных математических расчетов, которые зачастую могут быть выполнены только с использованием специализированного программного обеспечения (ПО). Выбор оптимального программного продукта в общем случае является сложной задачей многокритериальной оптимизации, где нужно найти компромисс между функциональностью, скоростью работы, стоимостью, практичностью и другими параметрами. Как показывают исследования [1], скорость работы различных программных продуктов при решении одинаковых задач может значительно различаться. Это справедливо и для других критериев оптимальности. Таким образом, проблема оценки и выбора ПО является современной и актуальной.

Традиционно для её решения в различных литературных источниках применяется подход, основанный на оценке свойств программного обеспечения по различным критериям и последующем взвешивании этих оценок [2]. В качестве крайнего можно рассмотреть вариант, когда акцент делается на один из критериев, являющийся критическим для решаемой задачи [1]. Недостатком такого подхода является высокая степень субъективности результатов, а также сложность численного выражения качественных оценок. От этих недостатков в значительной мере свободен подход, использующий классические алгоритмы нечеткого вывода Мамдани, Сугено и Ларсена, предложенный в работе О.В. Рогозина [3], но его отличает высокая трудоемкость формирования базы знаний, необходимой для получения оценок. В рамках данной статьи будет сделана попытка разработать метод, свободный от недостатков обоих подходов.

Целью работы является развитие нечетко-логических методов оценки программного обеспечения для решения экономических задач в направлении формализации и упрощения процедур подготовки данных.

Для этого в работе поставлены и решены следующие задачи:

- сформулированы подходы к формированию критериев оценки и определению их значимости;
- разработаны процедуры фаззификации и дефаззификации нечетких переменных;
- разработана процедура определения нечеткой оценки ПО.

Если представить процесс решения экономических задач, как бизнес цикл действий по работе с данными, то в нем можно выделить такие фазы, как анализ предметной области; предварительный анализ данных; сбор данных; обработка данных; анализ и моделирование; оценка результатов; реализация; внедрение [4].

Для каждой из этих фаз характерны свои ведущие критерии оптимальности программных средств их решения. При формировании поля критериев оценки инструментальных средств можно отталкиваться от положений стандарта ISO 9126-4:2004 «Характеристики и метрики качества программного обеспечения» [5], в соответствии с которым качество программных продуктов оценивается по шести характеристикам: функциональным возможностям; надежности; практичности; эффективности; сопровождаемости и мобильности.

В различных фазах бизнес-цикла, могут использоваться следующие основные типы ПО:

- программы, написанные самостоятельно, с использованием языков программирования общего назначения;
- использование программируемых систем математического моделирования;
- использование программных платформ с интерактивным интерфейсом.

Кроме того, по критерию стоимости следует выделять

- свободно распространяемые программные продукты;

– коммерческие программные продукты.

Каждый из этих типов в различных фазах бизнес-цикла имеет свои преимущества и недостатки. Причем в рамках каждого из них можно выделить большое количество представителей. Выбор программного продукта может оказать существенное влияние на процесс решения экономической задачи и его эффективность.

Задачу выбора сформулируем, как определение лучшего варианта из представленных программных продуктов, с учетом их особенностей и обозначенных критериев. При этом предполагается, что все рассматриваемые продукты потенциально позволяют решить поставленные задачи.

Как уже упоминалось, существует несколько подходов к организации процесса выбора программного обеспечения. Достаточно подробное их исследование приводится в статье В. Рогозина [3]. Наиболее перспективным представляется подход, основанный на использовании нечеткой логики, преимуществом которого является возможность использования для описания предметной области лингвистических переменных, что существенно упрощает процесс моделирования.

Решение задачи в нечетких терминах предполагает добавление к основной процедуре оценивания этапов фазификации и дефазификации.

В соответствии с базовыми понятиями нечеткой логики [6], нечеткое множество \bar{A} элементов на X определяется, как

$$\bar{A} = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}; \mu_A(x) : x \rightarrow [0,1], \quad (1)$$

где $\mu_A(x)$ - функция принадлежности нечеткого множества.

Функция принадлежности может задаваться как дискретная, либо непрерывная. В процессе фазификации происходит приведение входных данных, выраженных в лингвистической форме к термам нечеткой логики, то есть каждой лингвистической переменной ставится в соответствие функция, определяющая степень принадлежности значений x этой переменной.

В рассматриваемой задаче для всех входных переменных нечеткой модели используются кусочно-непрерывные функции принадлежности, состоящие из пяти термов и имеющие трапецевидную форму (табл. 1).

Таблица 1

Параметры принадлежности критериев оценки
в виде лингвистических переменных

	Лингвистическая оценка привлекательности продукта
[0; 0; 0.2; 0.25]	Очень низкая
[0.15; 0.25; 0.35; 0.4]	Низкая
[0.3; 0.4; 0.55; 0.6]	Средняя
[0.45; 0.6; 0.7; 0.75]	Высокая
[0.65; 0.75; 1; 1]	Очень высокая

Аналитически трапецевидная функция принадлежности, заданная на интервале $[a; b_1; b_2; c]$, определяется следующим образом (2):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a, x > c; \\ \mu_A(b), & b_1 < x < b_2; \\ \mu_A(x) \cdot \frac{x-a}{b_1-a}, & a \leq x \leq b_1; \\ \mu_A(x) \cdot \frac{c-x}{c-b_2}, & b_2 \leq x \leq c. \end{cases} \quad (2)$$

В графическом виде функция принадлежности, определенная в табл. 1, показана на рис. 1.

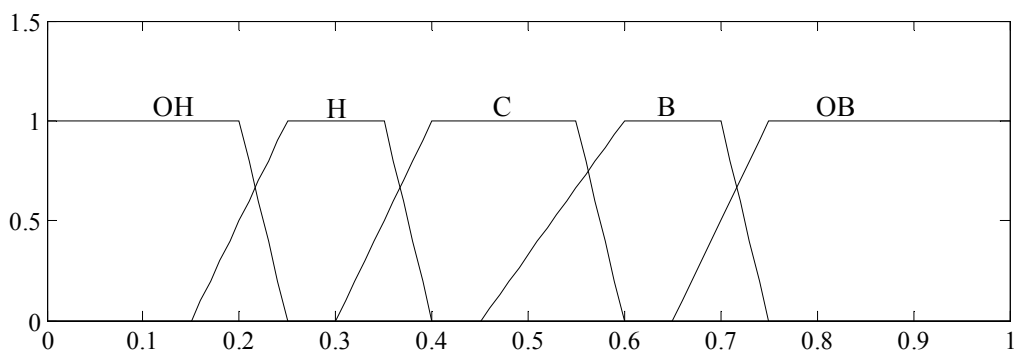


Рис. 1. Функция принадлежности критериев оценки.

Рассмотрим процедуру оценки. Пусть имеются m вариантов выбора ПО: p_1, p_2, \dots, p_m . Варианты выбора составляют множество Р.

Пусть имеется n критериев для сравнения ПО в рамках решаемых задач и рассматриваемого объекта исследования: k_1, k_2, \dots, k_n . Набор критериев должен охватывать все параметры ПО, имеющие значения во всех фазах решения экономической задачи. В частности, достаточно универсальным является такой набор критериев, как простота использования, функциональная пригодность, временная эффективность, стоимость, ресурсоемкость, доступность использования, мобильность. Критерии оценки составляют множество К.

Далее каждый вариант выбора оценивается в лингвистических переменных из табл. 1. Полученные оценки r_{pk} фиксируются в форме, показанной в табл. 2.

Далее, также в лингвистических терминах указывается значимость каждого критерия оценки для соответствующих фаз (табл. 3).

Таблица 2

Структура таблицы для оценки программного обеспечения

Критерии	Инструментальные средства			
	p_1	p_2	...	p_m
k_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1m}
k_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2m}
...
k_n	r_{n1}	r_{n2}	...	r_{nm}

Таблица 3

Параметры принадлежности значимости критериев оценки в виде лингвистических переменных

Интервал значений	Лингвистическая оценка значимости критерия
[0; 0; 0; 0.4]	Не имеет значения
[0.2; 0.35; 0.5; 0.6]	Средняя
[0.45; 0.6; 0.7; 0.8]	Высокая
[0.65; 0.75; 1; 1]	Очень высокая

В графическом виде эта функция принадлежности показана на рис. 2.

Благодаря такому виду функций принадлежности, нечеткие множества могут работать гораздо эффективнее обычных методов многокритериальных оценок. Так, если два продукта получили одинаковые оценки по критериям, имеющим среднюю, высокую и очень высокую

значимость, но отличаются по критериям, которые обозначены, как «не имеющие значения», то в традиционной системе оценивания эти продукты получают одинаковый рейтинг, а в нечеткой один из них будет оценен выше. С человеческой точки зрения оценка нечеткой системы правильной, поскольку как бы мало не значили факторы преимущества одного программного продукта над другим, но при прочих равных условиях человек выберет тот из них, который лучше по дополнительным параметрам.

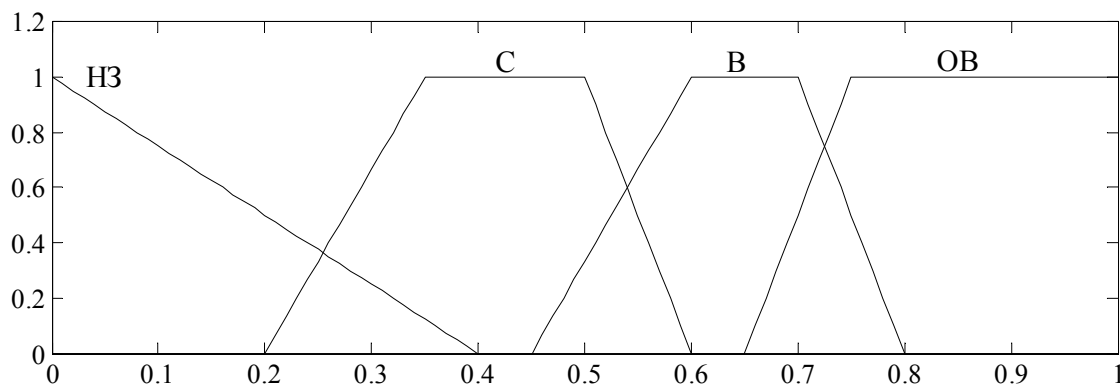


Рис. 2. Функция принадлежности критериев оценки.

Над нечеткими числами могут производиться операции, аналогичные традиционным арифметическим операциям [6]. В частности, результат сложения нечетких чисел A и B определяется выражением:

$$(A + B) = \int_{\bar{X}} \frac{\min[\mu_A(x), \mu_B(y)]}{(x + y)},$$

$$\mu_{(A+B)}(z) = \sup_{z=(x+y)} \min[\mu_A(x), \mu_B(y)].$$
(3)

Для определения результата умножения нечетких чисел A и B служит выражение:

$$(A \otimes B) = \int_{\bar{X}} \frac{\min[\mu_A(x), \mu_B(y)]}{(x \cdot y)},$$
(4)

$$\mu_{(A \bullet B)}(z) = \sup_{z=(x \cdot y)} \min[\mu_A(x), \mu_B(y)] = \sup_{z=(x \cdot y)} \min[\mu_A(x), \mu_B(z/x)], x \neq 0.$$

Используя операции сложения (3) и умножения (4) нечетких чисел, можно определить процедуру нечеткой оценки инструментальных средств решения экономических задач.

Пусть K_j^F – нечеткая оценка значимости j -го критерия для фазы F цикла создания ИСПР,

P_i^j – нечеткая оценка i -го инструментального средства по j -му критерию.

Тогда нечеткая оценка RP_i^F привлекательности i -го инструментального средства для фазы F может быть найдена следующим образом:

$$RP_i^F = \sum_j P_i^j \otimes K_j^F.$$
(5)

Полученные оценки могут быть проанализированы на основании сравнения графических представлений их функций принадлежности (рис. 3).

Однако более удобным является сравнение, основанное на числовых коэффициентах оценок. Для этого производится процедура дефаззификации, которая предусматривает определение правил перевода результатов решения в четкие величины. Один из наиболее распространенных методов дефаззификации основан на вычислении центра тяжести нечеткого множества.

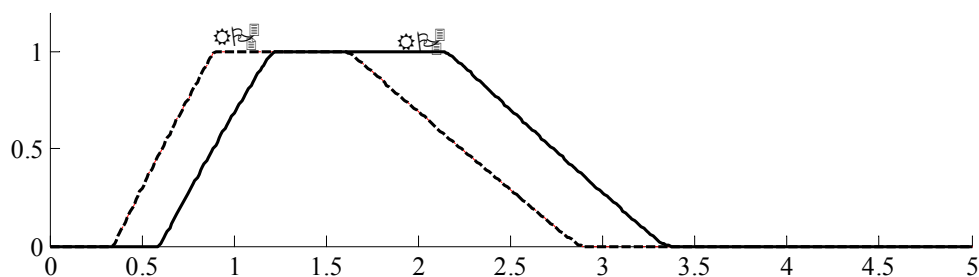


Рис. 3. Пример функции принадлежности результата оценки.

Значение координаты \bar{x} центра тяжести [6] определяется следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{\int_{x \in X} x \cdot \bar{\mu}_{A_i}(x) \cdot dx}{\int_{x \in X} \bar{\mu}_{A_i}(x) \cdot dx}. \quad (6)$$

Например, применительно к нечетким множествам оценок, функции принадлежности которых показаны на рис. 3, вычисление центров тяжести по формуле (6) дает значения:

$$\bar{r}p_2^3 = 1.4570,$$

$$\bar{r}p_3^3 = 1.8369,$$

что можно трактовать как преимущество программного продукта p_3 над p_2 для применения в фазе 3 решения задачи.

ВЫВОДЫ

Предложенная в статье нечеткая модель обеспечивает приведение характеристик различных вариантов программного обеспечения к единой оценке, может использоваться при большом количестве анализируемых продуктов и критериев, а также позволяет учесть все параметры исследуемых продуктов. Выбор программного продукта производится либо на основании дефаззифицированных оценок, либо после дополнительного анализа продуктов, оказавшихся по их результатам лучшими. Вместе с тем, набор критериев оценки и параметры их принадлежности (табл. 1 и табл. 3) могут потребовать уточнения для конкретных задач, что может являться темой дальнейшего исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минц А.Ю. Инструментальные средства генетического моделирования и перспективы их использования для поиска оптимальных решений экономических задач. – Нове в економічній кібернетичі: зб. наук. ст. / під заг. ред. Ю.Г. Лисенко; Донецький нац. ун-т. – Донецьк: «Юго-Восток», 2010. Вип. 4: Технології штучних нейронних мереж в економіці. – С. 79-96
2. Рябцев В.В. Методика рационального выбора комплекса авторских средств разработки курсов дистанционного обучения / В.В. Рябцев, М.Г. Тищенко // Управляющие системы и машины. — 2011. — № 4. — С. 72-77
3. Rogozin V.O. Сравнительная оценка алгоритмов поддержки принятия решений на основе качественных характеристик. / В.О. Рогозин // Образовательные технологии, 2010. – № 4/2010. – с. 84-105.
4. Neelamadhab Padhy, Dr. Pragnyaban Mishra, and Rasmita Panigrahi. The Survey of Data Mining Applications and Feature Scope // International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology, Vol.2, No.3, June 2012. Pp. 43-58.
5. Стандарт ISO/IEC TR 9126-4:2004 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/39752.html>
6. Зак Ю.А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии / Ю.А. Зак. – М.: Книжный дом «Либроком», 2013. – 352 с.