

УДК 658.711

АНДРЕЙ В. ПОПОВ, Ю. А. БЕЛОКОНЬ, М. И. БИБИКОВ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина***МЕТОД МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ПОСТАВЩИКА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ**

*В работе предлагается способ выбора поставщика при помощи метода экспертных оценок с использованием нечетких чисел. Этот подход используется для обеспечения более комфортного выставления оценок экспертами на практике и устранения неясностей и неточностей системы при выборе подходящего поставщика для компании. Произведен анализ представления нечетких чисел через функцию принадлежности, разработан численный пример при помощи лингвистических переменных, на основе которого предложен алгоритм для дальнейшего проектирования программы. Предложен прототип программы для выбора поставщика с использованием стандартов унифицированного языка моделирования UML (Unified Modeling Language). Реализована система поддержки принятия решения на основе метода, описанного в работе.*

**Ключевые слова:** метод выбора поставщика, метод рейтинговых оценок, нечеткие числа, методы многокритериального принятия решений, система поддержки принятия решений.

**Введение и постановка задачи**

Проблема выбора поставщика связана с определением наилучшего поставщика из числа потенциальных альтернатив. Этот процесс является одним из самых важных мероприятий для многих компаний, так как он может снизить стоимость приобретения товаров и тем самым повысить конкурентоспособность предприятия.

Сложность решения проблемы выбора соответствующего поставщика характеризуется своей неструктурированностью и многокритериальностью. Согласно большинству исследований, основная проблема заключается в том, чтобы установить эффективные критерии оценки поставщика. В работе [1] определены самые важные критерии для оценки и выбора соответствующих поставщиков и принятия решения по объему заказа для каждого поставщика. Проблема выбора поставщика обычно включает в себя множество критериев, которые часто противостоят друг другу. В многокритериальном выборе, как правило, предполагается, что критерии являются независимыми. Значительное число моделей решения были разработаны на основе теории многокритериального ранжирования.

Проблема выбора поставщика была в центре внимания исследований с 1960 года. Началом этого было анкетирование, разосланное 237 агентам по закупке, выбравших 23 различных наиболее часто используемых критерия из списка в 50 различных факторах. Самыми важными из них были качество, доставка, история эффективности, гарантии и политика требований, производственные объекты и

мощности, цена и технические возможности. На основании проведенного обзора 74 статей о выборе поставщика с 1966 г по 1991 г Вебер показал, что более 63% задач были в среде многокритериального ранжирования [2]. При этом используемые критерии могут варьироваться в зависимости от ситуации и продукции. Кроме того, в сложных задачах бывает слишком много оценок критериев и тяжело определить, зависят ли эти критерии друг от друга или нет.

Наиболее используемым подходом для решения проблем оценки и выбора поставщика являются взвешенные линейные методы многокритериального ранжирования [3]. Они заключаются в присвоении веса каждому критерию и определении общего балла для каждого поставщика, основанного на сумме произведений оценок критериев поставщика и их весов. В работе [4] авторы, использовали линейное и нелинейное, смешанное целочисленное программирование для таких критериев как цена, уровень обслуживания, доставка и качество. Также были применены модели многокритериального принятия решения. Минь представил метод, основанный на теории полезности для оценки поставщиков [5], а в [6, 7] авторы для выбора (ранжирования) поставщиков использовали метод анализа иерархии (МАИ).

Целью данной работы является разработка подхода, который позволит определить наилучшего поставщика продукции на основании применения теории нечетких чисел. Процесс выбора подходящего поставщика для торгового предприятия на основе количественных и качественных факторов требует решения таких задач: выбор нечетких чисел и их

функцій належності; определение масштабів предпочтений; усреднение нечетких чисел, данных экспертами в виде лингвистических переменных; определение нечетких весов; определение общего рейтинга альтернатив [8-11].

Проведя анализ предыдущих подходов, а также [12-15] к решению данной проблемы, сформируем задачи данной работы:

1) анализ представления нечетких чисел с помощью функции принадлежности и формирования критерия принятия решения;

2) разработка численного примера в проекте выбора поставщика при помощи лингвистических переменных;

3) разработка программы выбора поставщика на основе стандартов унифицированного языка моделирования UML.

### Представление нечетких чисел с помощью функции принадлежности

В работе выбор поставщика осуществляется при помощи метода рейтинговых оценок и рассчитывается на основе ряда критериев. Критерии оцениваются экспертами при помощи лингвистических переменных, затем определяется вес критериев и находится ранг.

Пусть есть множество поставщиков  $P=\{P_i\}$ , оцениваемых экспертами из множества  $E=\{E_k\}$  по ряду критериев  $K=\{K_j\}$ .

Для оценки критериев были взяты семь нечетких чисел, чтобы описать эффективность каждого критерия и избежать трудности экспертам в субъективном различии более семи альтернатив [16].

Связь нечетких множеств с соответствующими лингвистическими переменными показана в табл. 1, а графическое представление связи – на рис. 1

Таблица 1

Представление лингвистических переменных в виде нечетких чисел

Лингвистическая переменная	Нечеткое множество
О (отлично)	(0,8; 0,9; 1,0; 1,0)
X (хорошо)	(0,6; 0,7; 0,8; 0,9)
BC (выше среднего)	(0,5; 0,6; 0,7; 0,8)
У (удовлетворительно)	(0,4; 0,5; 0,5; 0,6)
HC (ниже среднего)	(0,2; 0,3; 0,4; 0,5)
НУ (неудовлетворительно)	(0,1; 0,2; 0,3; 0,4)
ОП (очень плохо)	(0,0; 0,0; 0,1; 0,2)

**Этап 1.** Установление весов для критериев:

**Шаг 1.** Лингвистические переменные, определенные экспертами для каждого критерия переводятся в нечеткие числа и представляются в виде матрицы нечетких решений.

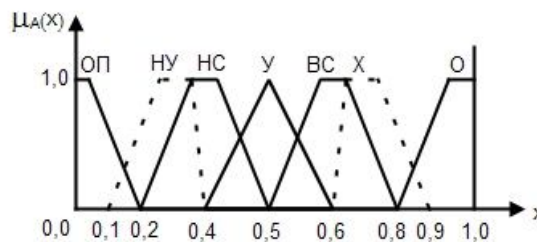


Рис. 1. Графическое представление нечетких чисел и лингвистических переменных

**Шаг 2.** Пусть  $a_{ik}^j$  – нечеткое число, присвоенное экспертами определенному критерию  $K_j$ . Среднее нечетких чисел задается как:

$$A_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m a_{ik}^j, \quad (1)$$

где  $j$  – количество критериев,  $k$  – количество экспертов.

Получаем матрицу нечетких баллов для каждого критерия.

**Шаг 3.** Получаем четкие оценки (дефазифицированные значения) для каждого критерия по формуле для трапециевидного нечеткого числа [11]:

$$E = \frac{(a + b + c + d)}{4}, \quad (2)$$

или треугольного нечеткого числа:

$$E = \frac{(a + 2b + d)}{4}. \quad (3)$$

**Шаг 4.** Нормализованный вес  $W_j, j = 1, 2, \dots, n$  для каждого критерия  $K_j$  получается делением дефазифицированного множества каждого критерия на общее количество критериев.

**Этап 2.** Рассчитывается рейтинг подходящих вариантов аналогично процедуре расчета весов критериев, а именно:

**Шаг 1.** Критерии всех представленных вариантов оцениваются экспертами при помощи лингвистических переменных, которые затем преобразуются в нечеткие числа и представляются в виде матрицы.

**Шаг 2.** Рассчитывается среднее значение из матрицы для каждого варианта.

**Шаг 3.** Четкие (дефазифицированные) значения для каждого варианта представляются в виде матрицы  $R_{ij}$ , где  $i$  – количество вариантов,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j$  – количество критериев,  $j = 1, 2, \dots, n$ .

**Шаг 4.** Общий рейтинг альтернативы по каждому критерию определяется по формуле

$$TS = \{R_{ij}\} \{W_j\}. \quad (4)$$

**Шаг 5.** Общий рейтинг для каждого варианта рассчитывается на основе совокупного рейтинга для каждого критерия.

### Разработка алгоритма на основе численного примера в проекте выбора поставщика

Данная методология позволяет экспертам оценивать подходящих поставщиков для компаний на основе различных критериев принятия решения в более реалистичном виде. Преимущество теории нечетких множеств состоит в использовании языковой манеры оценивания, что больше соответствует реальной ситуации и гораздо проще для экспертов.

Множество критериев  $K$  включает:  $K_1$  – стоимость заказа;  $K_2$  – затраты на доставку;  $K_3$  – качество продукции;  $K_4$  – надежность поставок;  $K_5$  – время доставки заказа;  $K_6$  – процент бракованных товаров;  $K_7$  – гарантийные обязательства;  $K_8$  – упаковка продукции;  $K_9$  – гибкость в обслуживании;  $K_{10}$  – финансовое положение.

**Этап 1. Шаг 1.** Эксперты ( $E_1 - E_5$ ) в проекте выбора поставщика при помощи лингвистических переменных оценивают важности критериев, используемых для ранжирования поставщиков ( $\Pi_1 - \Pi_5$ ) (табл. 2). Преобразуем лингвистические переменные в нечеткие значения и получим полную матрицу нечетких оценок экспертов по всем критериям (формула 5).

Таблица 2

Лингвистические переменные, присвоенные экспертами

Критерий	Эксперт				
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$
$K_1$	X	O	X	X	O
$K_2$	X	X	X	O	X
$K_3$	BC	X	X	O	O
$K_4$	BC	BC	Y	Y	Y
$K_5$	Y	Y	BC	Y	Y
$K_6$	X	X	O	X	Y
$K_7$	BC	O	Y	BC	Y
$K_8$	Y	BC	BC	Y	Y
$K_9$	O	X	O	Y	X
$K_{10}$	BC	BC	Y	O	Y

**Шаг 2.** Вычислим средние нечеткие оценки по формуле (1).

**Шаг 3.** Определяем дефазифицированные значения по формуле (2) или (3).

**Шаг 4.** Рассчитываем нормализованные веса каждого критерия. Результаты расчета (табл. 3) будут использованы для расчета итоговой оценки для каждого поставщика.

**Этап 2. Шаг 1.** В табл. 4 рейтинг альтернатив (поставщиков) по критериям ( $K_j$ ) также был выполнен экспертами при помощи лингвистических переменных, определенных в табл. 1. Далее эти оценки будут переведены в нечеткие числа для дальнейших расчетов.

$$X = \begin{pmatrix} (0,6;0,7;0,8;0,9)(0,8;0,9;1,0;1,0)(0,6;0,7;0,8;0,9) \\ (0,6;0,7;0,8;0,9)(0,8;0,9;1,0;1,0) \\ (0,6;0,7;0,8;0,9)(0,6;0,7;0,8;0,9)(0,6;0,7;0,8;0,9) \\ (0,8;0,9;1,0;1,0)(0,6;0,7;0,8;0,9) \\ (0,5;0,6;0,7;0,8)(0,6;0,7;0,8;0,9)(0,6;0,7;0,8;0,9) \\ (0,8;0,9;1,0;1,0)(0,8;0,9;1,0;1,0) \\ (0,5;0,6;0,7;0,8)(0,5;0,6;0,7;0,8)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,4;0,5;0,5;0,6)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,4;0,5;0,5;0,6)(0,4;0,5;0,5;0,6)(0,5;0,6;0,7;0,8) \\ (0,4;0,5;0,5;0,6)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,6;0,7;0,8;0,9)(0,6;0,7;0,8;0,9)(0,8;0,9;1,0;1,0) \\ (0,6;0,7;0,8;0,9)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,5;0,6;0,7;0,8)(0,8;0,9;1,0;1,0)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,5;0,6;0,7;0,8)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,4;0,5;0,5;0,6)(0,5;0,6;0,7;0,8)(0,5;0,6;0,7;0,8) \\ (0,4;0,5;0,5;0,6)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,8;0,9;1,0;1,0)(0,6;0,7;0,8;0,9)(0,8;0,9;1,0;1,0) \\ (0,5;0,6;0,7;0,8)(0,6;0,7;0,8;0,9) \\ (0,5;0,6;0,7;0,8)(0,5;0,6;0,7;0,8)(0,4;0,5;0,5;0,6) \\ (0,8;0,9;1,0;1,0)(0,4;0,5;0,5;0,6) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Таблица 3

Расчетные характеристики для каждого критерия

Критерий	Средняя нечеткая оценка $A_j$				Дефазиф. значение $E_j$	Норм. вес $W_j$
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$		
$K_1$	0,68	0,78	0,88	0,94	0,820	0,120
$K_2$	0,64	0,72	0,84	0,92	0,785	0,114
$K_3$	0,66	0,76	0,86	0,92	0,800	0,117
$K_4$	0,42	0,52	0,54	0,64	0,530	0,077
$K_5$	0,44	0,54	0,58	0,68	0,560	0,082
$K_6$	0,60	0,70	0,78	0,86	0,735	0,107
$K_7$	0,52	0,62	0,68	0,76	0,645	0,094
$K_8$	0,44	0,54	0,58	0,68	0,560	0,082
$K_9$	0,64	0,74	0,82	0,88	0,770	0,112
$K_{10}$	0,52	0,62	0,68	0,76	0,645	0,094

Таблица 4

Лингвистические оценки для альтернатив

Критерий	Поставщики	Эксперты				
		$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$
$K_1$	$\Pi_1$	X	X	X	O	X
	$\Pi_2$	O	X	O	X	O
	$\Pi_3$	Y	BC	Y	Y	Y
	$\Pi_4$	Y	Y	Y	BC	BC
	$\Pi_5$	BC	Y	Y	Y	Y
$K_2$	$\Pi_1$	O	O	X	X	O
	$\Pi_2$	X	X	X	O	X
	$\Pi_3$	X	O	X	X	X
	$\Pi_4$	X	X	BC	X	O
	$\Pi_5$	X	X	X	X	X
$K_{10}$	$\Pi_1$	X	X	X	O	X
	$\Pi_2$	BC	BC	X	BC	X
	$\Pi_3$	BC	BC	BC	Y	Y
	$\Pi_4$	O	O	O	X	X
	$\Pi_5$	O	O	X	X	O

**Шаги 2-3.** Значения средних нечетких оценок и дефазифицированные значения по каждому кри-

терию для соответствующего поставщика представлены в табл. 5.

Таблица 5

Средние значения нечетких оценок

Критерий	Поставщик	Средние нечеткие оценки				Дефазиф. значение
K <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	0,64	0,74	0,84	0,92	0,785
	П <sub>2</sub>	0,72	0,82	0,92	0,96	0,855
	П <sub>3</sub>	0,42	0,52	0,54	0,64	0,53
	П <sub>4</sub>	0,44	0,54	0,58	0,68	0,56
	П <sub>5</sub>	0,42	0,52	0,54	0,64	0,53
K <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	0,72	0,82	0,92	0,96	0,855
	П <sub>2</sub>	0,64	0,74	0,84	0,92	0,785
	П <sub>3</sub>	0,58	0,68	0,78	0,88	0,73
	П <sub>4</sub>	0,62	0,72	0,82	0,9	0,765
	П <sub>5</sub>	0,6	0,7	0,8	0,9	0,75
...						
K <sub>10</sub>	П <sub>1</sub>	0,64	0,74	0,84	0,92	0,785
	П <sub>2</sub>	0,54	0,64	0,74	0,84	0,69
	П <sub>3</sub>	0,46	0,56	0,62	0,72	0,59
	П <sub>4</sub>	0,72	0,82	0,92	0,96	0,855
	П <sub>5</sub>	0,68	0,78	0,88	0,94	0,82

Дефазифицированные оценки будут использоваться для расчета итогового значения оценки для каждого поставщика по формуле 4.

**Шаг 4.** Для расчета окончательной оценки находим сумму всех произведений дефазифицированного значения каждого критерия поставщика на нормализованный вес этого критерия:

$$TS = \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \\ K_6 \\ K_7 \\ K_8 \\ K_9 \\ K_{10} \end{matrix} \begin{bmatrix} P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & P_5 \\ 0,785 & 0,855 & 0,53 & 0,56 & 0,53 \\ 0,855 & 0,785 & 0,51 & 0,612 & 0,75 \\ 0,855 & 0,82 & 0,71 & 0,53 & 0,71 \\ 0,855 & 0,71 & 0,53 & 0,765 & 0,73 \\ 0,785 & 0,63 & 0,785 & 0,855 & 0,82 \\ 0,855 & 0,4 & 0,45 & 0,855 & 0,89 \\ 0,82 & 0,46 & 0,43 & 0,855 & 0,89 \\ 0,785 & 0,68 & 0,765 & 0,835 & 0,8 \\ 0,855 & 0,63 & 0,64 & 0,56 & 0,61 \\ 0,785 & 0,690 & 0,590 & 0,855 & 0,82 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_j \\ 0,12 \\ 0,114 \\ 0,117 \\ 0,077 \\ 0,082 \\ 0,107 \\ 0,094 \\ 0,082 \\ 0,112 \\ 0,094 \end{bmatrix}$$

Общий балл для поставщика П<sub>1</sub> по критериям получается как:

$$TS_1 = (0,785 \cdot 0,12) + (0,885 \cdot 0,114) + (0,855 \cdot 0,117) + (0,855 \cdot 0,077) + (0,785 \cdot 0,082) + (0,855 \cdot 0,107) + (0,820 \cdot 0,094) + (0,785 \cdot 0,082) + (0,855 \cdot 0,112) + (0,785 \cdot 0,094) = 0,825.$$

Аналогичным образом рассчитываются суммарные баллы для остальных поставщиков П<sub>2</sub>, П<sub>3</sub>, П<sub>4</sub>, П<sub>5</sub> (табл. 6).

На рис. 2 изображен алгоритм, построенный на основе расчетов по методу многокритериального нечеткого выбора поставщика.

Таблица 6

Окончательные оценки ранжирования поставщиков

Поставщики	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>
Окончательные оценки	0,825	0,672	0,589	0,712	0,746
Рейтинг	1	4	5	3	2

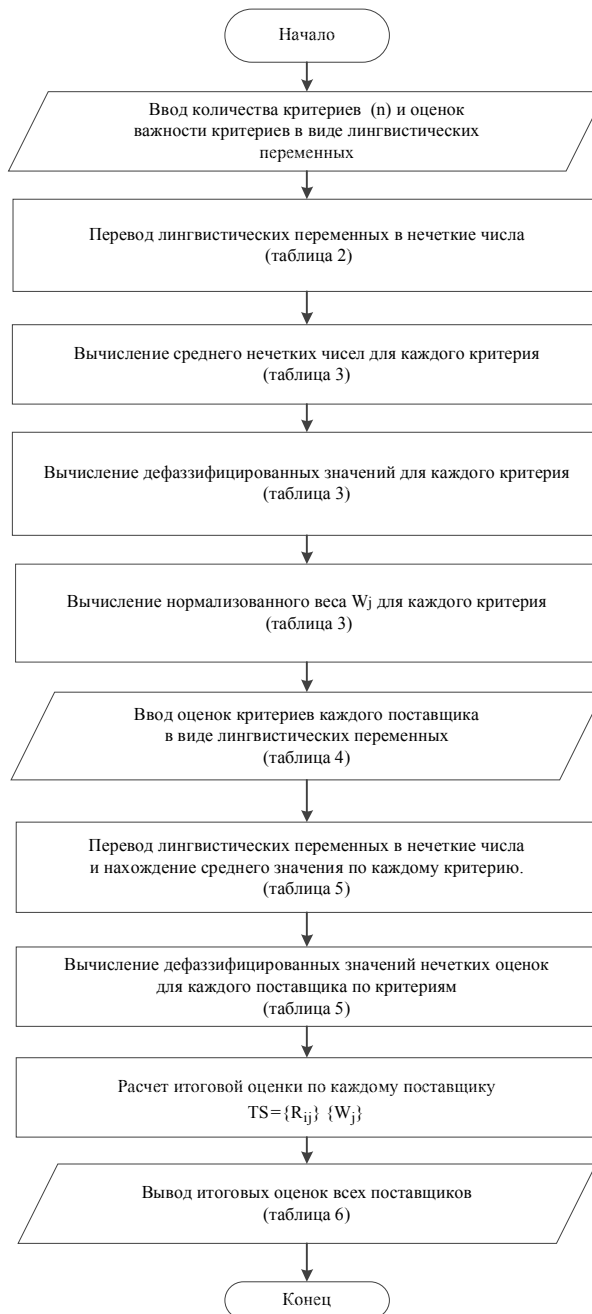


Рис. 2. Алгоритм выбора поставщика

Для автоматизации процесса выбора поставщиков экспертами, разработана информационная система, имеющая ряд уровней доступа к информации: пользователь, менеджер отдела закупок, эксперт, администратор. Эксперт для каждого поставщика назначает соответствующую лингвистическую переменную по каждому критерию. Результаты расче-

та программы по методу нечеткого многокритериального выбора представляются в виде графика ранжирования поставщиков и в виде таблицы с окончательными оценками поставщиков (рис. 3). Распределение поставщиков в рейтинге согласуется с полученными расчетными данными: поставщик №1 является наиболее предпочтительным выбором, так как его суммарный балл равен 0,825, далее в рейтинге поставщик №5 со значением общей оценки 0,746, на третьем месте находится поставщик №4 с показателем оценки 0,712, на предпоследнем месте поставщик №2 с оценкой 0,672, и на последнем месте поставщик №3 с самым низким баллом 0,589.

### Заключение

Системы, основанные на нечеткой логике с применением лингвистических переменных более практичны и помогают в устранении неточностей и неясностей системы. Традиционные методы не могут в полной мере отразить стиль мышления человека, и эксперты обычно чувствуют себя более уверенно, когда их оценки основаны на нечетких суждениях.

В данной публикации произведен анализ методологии нечеткого многокритериального выбора поставщика, и на ее основе разработан соответствующий алгоритм. Также создан прототип программного обеспечения, реализующий предложенный подход и упрощающий работу менеджеров отдела закупки торговой компании. В результате применения данного метода поставщики располагаются в порядке ранжирования начиная с наиболее подходящего для компании.

### Литература

1. Управление закупками и поставками. Логистика. [Текст] : пер. с англ. / М. Линдерс, Ф. Джонсон, А. Флинн, Г. Фирон. – 13-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 751 с.
2. Weber, C. Vendor selection criteria and methods [Text] / C. Weber, J. Current, W. Benton. – Eur. J. Oper. Res., 1991. – P. 2-18.
3. Timmerman, E. An approach to vendor performance evaluation [Text] / E. Timmerman // Journal of Purchasing and Materials Management. – 1986. – Vol. 22, №4. – P. 2-8.
4. Buffa, F. P. A Goal Programming Model for Purchase Planning [Text] / F. P. Buffa // Journal of Purchasing and Materials Management. – 1983. – № 19 (3). – P. 27-34.
5. Min, H. International Supplier Selection: A Multi-attribute Utility Approach [Text] / H. Min // International Journal of Physical Distribution and Logistics Management. – 1994. – № 24 (5). – P. 24-33.
6. Barbarosoglu, G. An Application of the Analytic Hierarchy Process to the Supplier Selection Problem [Text] / G. Barbarosoglu, T. Yazgac // Production and Inventory Management Journal. – 1997. – № 38 (1). – P. 14-21.
7. Ghodssypour, S. H. A Decision Support System for Supplier Selection using an Integrated Analytic Hierarchy Process And linear Programming [Text] / S. H. Ghodssypour, C. O'Brien // International Journal of Production Economics. – 1998. – № 56-57. – P. 199-212.
8. Kahraman, C. Supply Chain Management under Fuzziness. Recent Developments and Techniques [Text] / C. Kahraman, Bazar Oztaysi. – Cham : Springer International Publishing AG, 2014. – 679 p.

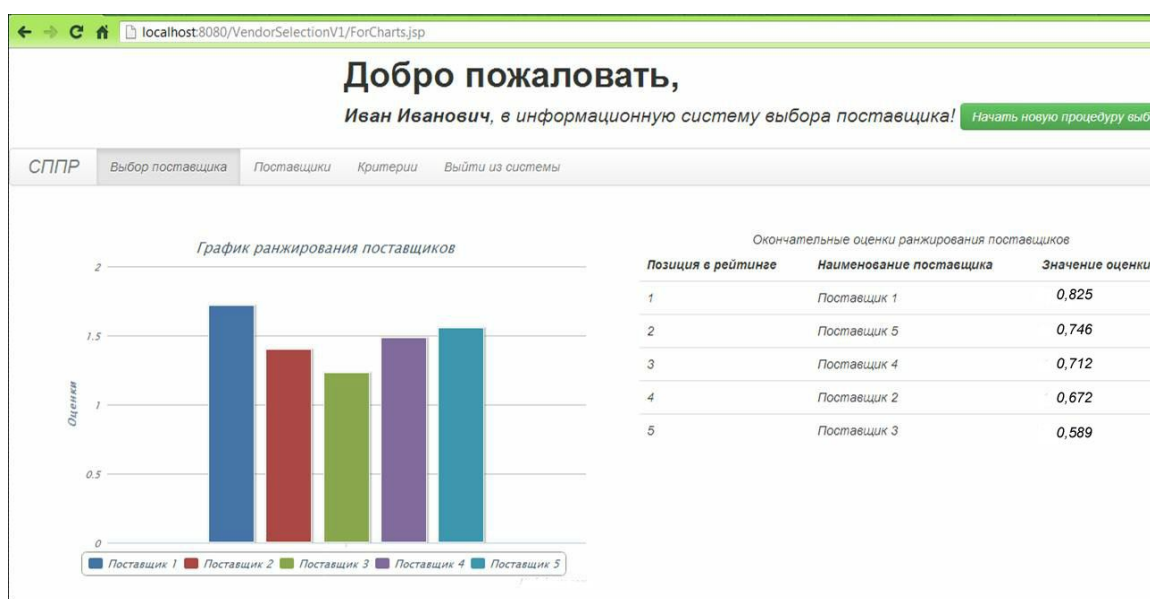


Рис. 3. Результаты работы программы

9. Павлов, А. Н. Принятие решений в условиях нечеткой информации [Текст] / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов. – СПб. : ГУАП, 2006. – 72 с.

10. Kaufmann, A. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. [Text] / A. Kaufman, M. M. Gupta. – New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1991. – 350 p.

11. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М. : Мир, 1976. – 166 с.

12. Чернов, В. Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств [Текст] / В. Г. Чернов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 312 с.

13. Лецинский, Б. С. Выбор поставщика в условиях разнотипности данных с использованием методов теории нечетких множеств [Текст] / Б. С. Лецинский, Ю. А. Конкина // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – Вып. 2. – 2008. – С. 44-51.

14. Куимова, Е. И. Применение теории нечетких множеств для выбора поставщика [Текст] / Е. И. Куимова, В. И. Логанина, Т. В. Учаева / Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 4 (64), Т. 4. – С. 68-70.

15. Шатохина, Н. В. Использование аппарата нечетких множеств как альтернативный подход к формализации задачи разработки маркетинговой стратегии [Текст] / Н. В. Шатохина, А. А. Аннамуратов, Д. А. Палант // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 3 (43), Т. 1. – С. 45–48.

16. Saaty, T. L. An innovative orders-of-magnitude approach to AHP-based multi-criteria decision making: Prioritizing divergent intangible humane acts [Text] / T. L. Saaty, J. S. Shang // European Journal of Operational Research. – 2011. – Vol. 214, Iss. 3. – P. 703-715.

Поступила в редакцию 29.05.2015, рассмотрена на редколлегии 11.09.2015

## МЕТОД БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ПОСТАЧАЛЬНИКА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЧІТКИХ ЧИСЕЛ

*Андрій В. Попов, Ю. А. Білокін, М. І. Бібіков*

В роботі пропонується підхід вибору постачальника за допомогою методу експертних оцінок з використанням нечітких чисел. Цей підхід використовується для забезпечення більш комфортного виставлення оцінок експертами на практиці і усунення неясностей і неточностей системи при виборі відповідного постачальника для компанії. Зроблено аналіз представлення нечітких чисел через функцію приналежності, розроблено чисельний приклад за допомогою лінгвістичних змінних, який є основою алгоритму для подальшого проектування програми. Також запропоновано прототип програми для вибору постачальника з використанням стандартів уніфікованої мови моделювання UML (Unified Modeling Language). Реалізовано систему підтримки прийняття рішення на основі запропонованого в роботі методу.

**Ключові слова:** метод вибору постачальника, метод рейтингових оцінок, нечіткі числа, методи багатокритеріального прийняття рішень, система підтримки прийняття рішень.

## METHOD MULTICRITERIA SELECTION OF THE SUPPLIER USING FUZZY NUMBERS

*Andrei V. Popov, J. A. Bilokin, M. I. Bibikov*

An approach of supplier selection by the method of expert assessments using fuzzy numbers is proposed. This approach is used to provide more comfortable experts grading in practice and remove the ambiguity and imprecision of the system when choosing the appropriate supplier for the company. The analysis of fuzzy numbers representation through fuzzy function is provided. The numerical example using linguistic variables and the algorithm for further program design are proposed. The prototype for supplier selection using standard unified modeling language UML (Unified Modeling Language) is provided. Decision support system based on the proposed method is implemented.

**Keywords:** supplier selection method, the method of ratings, fuzzy numbers, multicriteria decision making methods, decision support system.

**Попов Андрей Вячеславович** – канд. техн. наук, доц., доц. каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

**Білокін Юлія Анатольевна** – канд. техн. наук, асс. каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

**Бібіков Максим Игоревич** – магистрант каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.