

## **Исследование выбора альтернативы методом нечеткого отношения предпочтения**

*Ленкин Алексей Викторович*

*Приамурский государственный университет им.Шолом-Алейхема  
Студент*

*Баженов Руслан Иванович*

*Приамурский государственный университет им.Шолом-Алейхема  
к.п.н., доцент, зав.кафедрой информационных систем, математики и  
методики обучения*

### **Аннотация**

В данной статье описана работа алгоритма выбора альтернативы методом нечеткого отношения предпочтения и продемонстрирован механизм его работы.

**Ключевые слова:** нечеткие отношения предпочтения, нечеткие множества, MatLab, DNS-Shop

### **A study of the choice of an alternative by fuzzy preference**

*Lenkin Aleksei Viktorovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University  
Student*

*Bazhenov Ruslan Ivanovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University  
Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department  
of Information Systems, Mathematics and teaching methods*

### **Abstract**

This article describes how to use the Fuzzy preference method to select an alternative, and demonstrates how to work with it.

**Keywords:** Fuzzy preference relationships, fuzzy sets, MATLAB, DNS-Shop

Планирование решений в экономике на сегодняшний день является одной из главных задач для людей, работающих в этой сфере. Так как позволяет, благодаря некоторым вычислениям определить примерные продажи товара, определить самый популярный, найти максимально соответствующий заданным критериям и т.д.

Для проведения этих вычислений экономисты используют специальные математические методы. Одним из самых распространённых

является «Выбор альтернативы методом нечеткого отношения предпочтения».

Задачи исследования:

– изучить механизм реализации метода нечеткого отношения предпочтения;

– показать на простом примере работу алгоритма;

Цель исследования – описать работу алгоритма выбора альтернативы методом нечеткого отношения предпочтения и продемонстрировать его работу.

Исследованиями в данной теме занимались следующие авторы. А.С.Винокуров и др. описали «Использование метода нечёткого отношения предпочтения для принятия оптимального решения по выбору цифрового фотоаппарата» [1]. С.Г. Толмачёв исследовал «Принятие проектных решений на основе нечеткого отношения предпочтения» [2]. О.Н.Климова рассмотрела «Сужение множества Парето на основе наборов взаимно зависимой информации о нечетком отношении предпочтения» [3]. «Нечёткая логика и анализ эффективности инвестиционных проектов в среде MatLab, Fuzzy Logic Toolbox» исследовали Д.В. Тимшина и Ю.Ю. Работа [4]. Я.С.Строганова и А.И. Половинкина установили «Алгоритм определения условий непротиворечивости многокритериального и нечёткого представлений задачи принятия решений» [5]. Рассказали об «Информационных технологиях многокритериального выбора альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения» В.П. Трушина и А.Л. Осипов [6]. «Нечёткие отношения в реляционных базах данных» были описаны А.В. Егоровым и В.И. Евсегнеевым [7]. «Модель поддержки принятия решений на основе бинарных нечетких отношений» была разработана Р.Б. Санжаповым [8] «Нечеткая математическая морфология для цветных изображений, определяемая отношениями нечетких предпочтений» была описана исследователями Agustina Bouchet, Pedro Alonso и т.д.[9]. Zhiming Zhang написал о «Получение приоритетных весов из неполных колеблющихся отношений нечетких предпочтений на основе мультипликативной последовательности» [10].

Метод нечеткого отношения предпочтения используется для принятия решений в условиях неопределенности. Нечеткие множества широко применяются для формализации лингвистических знаний, таких как: «приблизительно равно», «расположен в интервале» и т.д. в математические определения [11, 12]

Для демонстрации работы метода нечеткого отношения предпочтения было решено использовать его для выбора смартфона в ценовом сегменте 10-15 тыс. руб. на сайте DNS-SHOP.RU (09.06.17) [13]. Были выбраны следующие модели:

1. ASUS ZenFone 3 MAX ZC520TL ( $a_1$ )
2. ZTE Blade V7 ( $a_2$ )
3. Xiaomi Redmi 3s ( $a_3$ )

4. Meizu M5 ( $a_4$ )
5. LeEco Le 2 ( $a_5$ )
6. Huawei Honor 5X ( $a_6$ )

Для оценки альтернатив будем использовать следующие критерии качества (таблица 1):

1. Диагональ экрана
2. Плотность пикселей
3. Количество ядер процессора
4. Частота работы процессора
5. Объем оперативной памяти
6. Объем встроенной памяти
7. Количество мегапикселей основной камеры
8. Емкость аккумулятора
9. Вес
10. Цена

Таблица 1 – Значения критериев качества

Критерий качества	Альтернатива					
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
<b>1, дюйм</b>	5.2	5.2	5	5.2	5.5	5.5
<b>2, ppi</b>	282	423	294	282	403	401
<b>3, шт</b>	4	8	8	8	8	8
<b>4, ГГц</b>	1.4	1.3	1.4	1.5	1.8	1.5
<b>5, ГБ</b>	2	2	2	3	3	2
<b>6, ГБ</b>	32	16	16	32	32	16
<b>7, Мп</b>	13	13	13	13	16	13
<b>8 мАч</b>	4130	2540	4100	3070	3000	3000
<b>9, г</b>	148	136	144	138	153	158
<b>10, т.руб.</b>	14	12	13	13	13.3	12

Теперь к каждому из критериев необходимо указать предпочтение, оно может быть личным или на основе каких-либо источников. Таким образом, предпочтения критериев будут следующими:

1. Диагональ желательна максимальная
2. Плотность пикселей максимальная
3. Количество ядер максимальное
4. Частота работы процессора максимальная
5. Оперативная память максимальная
6. Объём памяти желательна максимальный
7. Камера от 13 мегапикселей и выше
8. Батарея от 3000 до 4000
9. Вес минимальный
10. Цена минимальная

Для каждого критерия с учетом предпочтения строим функции принадлежности с помощью средств MatLab, используя функции `trimf` (для параметра где требуется найти минимальные значения), `trapmf` (для параметра, где требуется найти максимальные значения) и `gauss2mf` (для параметров с промежутком).

Определим нечёткие переменные  $F_1 - F_{10}$ :

$F_1$  – максимальная диагональ на базовом множестве [5; 5.5], функция принадлежности (рис 1). Построение функции `trapmf` в MatLab (рис 2).

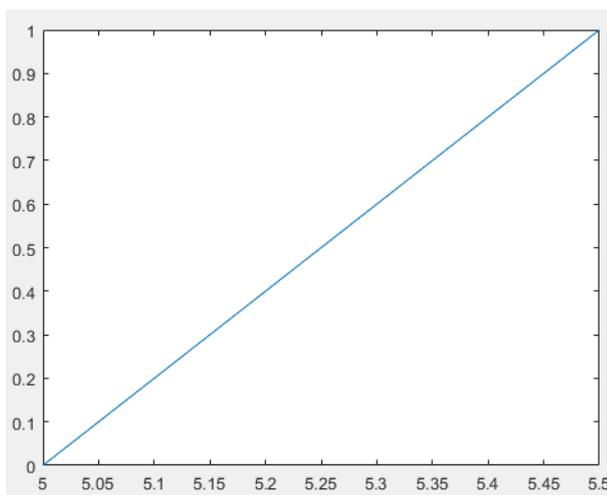


Рисунок 1. Функция принадлежности критерия  $F_1$

```
>> x=5:0.1:5.5;  
>> y1=trapmf(x,[5 5.5 5.5 5.5]);  
>> plot(x,y1)  
^^
```

Рисунок 2. Функция `trapmf` в MatLab для максимальных значений

$F_2$  – максимальная плотность пикселей на базовом множестве [282; 423], функция принадлежности (рис 3). Построение функции `trapmf` аналогичное (рис 2).

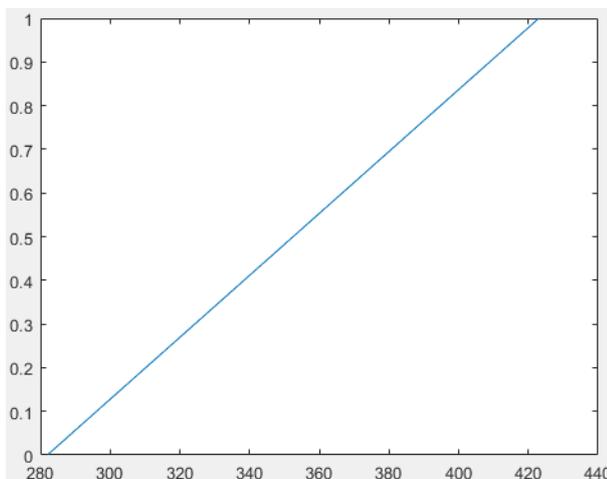


Рисунок 3. Функция принадлежности критерия  $F_2$

F3 – максимальное число ядер на базовом множестве [4; 8], функция принадлежности (рис 4). Построение функции `trapmf` аналогичное (рис 2).

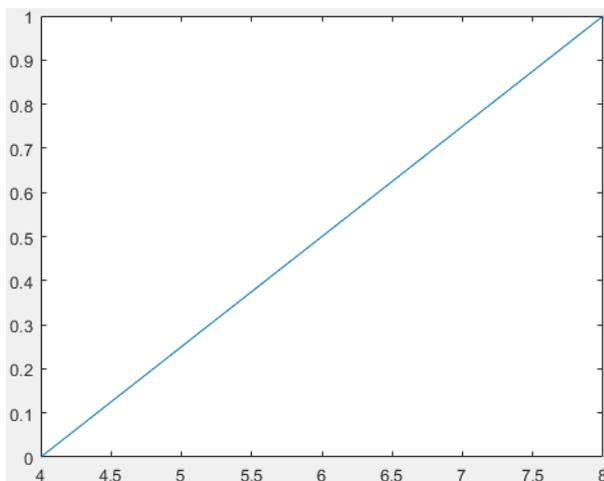


Рисунок 4. Функция принадлежности критерия F3

F4 – максимальная частота работы процессора на базовом множестве [1.3; 1.8], функция принадлежности (рис 5). Построение функции `trapmf` аналогичное (рис 2).

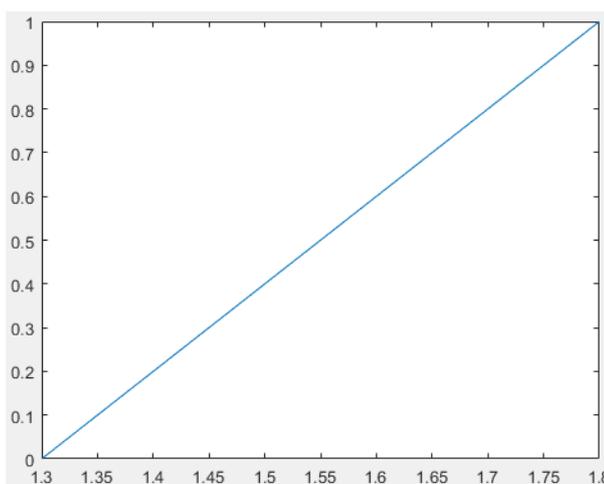


Рисунок 5. Функция принадлежности критерия F4

F5 – максимальный объем оперативной памяти на базовом множестве [2; 3], функция принадлежности (рис 6). Построение функции `trapmf` аналогичное (рис 2).

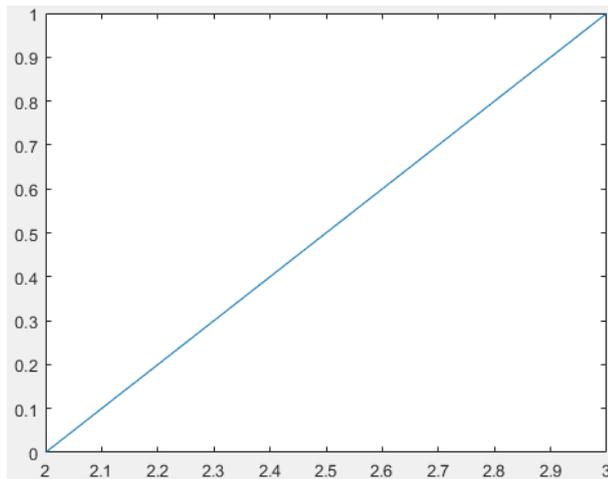


Рисунок 6. Функция принадлежности критерия F5

F6 – максимальный объём памяти на базовом множестве [16; 32], функция принадлежности (рис 7). Построение функции `trapmf` аналогичное (рис 2).

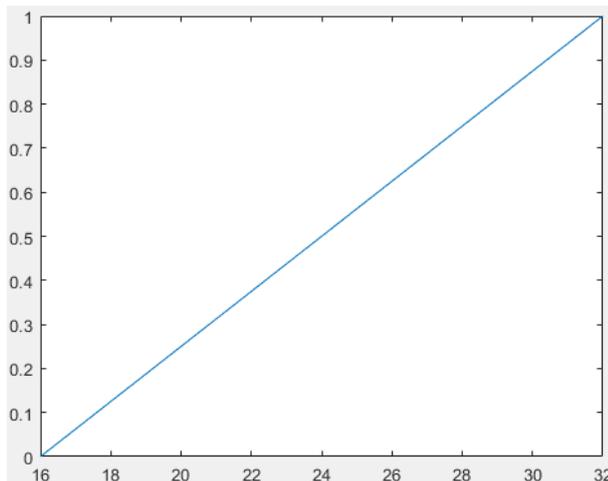


Рисунок 7. Функция принадлежности критерия F6

F7 – камера от 13 мегапикселей и выше на базовом множестве [13; 16], функция принадлежности (рис 8). Построение функции `trapmf` для критериев с параметром «от» (рис 9).

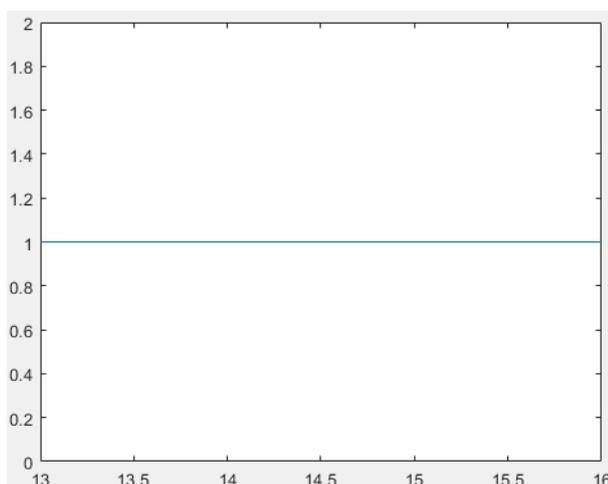


Рисунок 8. Функция принадлежности критерия F7

```
>> x=13:1:16;  
>> y1=trapmf(x,[13 13 16 16]);  
>> plot(x,y1)
```

Рисунок 9. Функция trapmf в MatLab для максимальных значений с параметром «от»

F8 – батарея от 3000 до 4000 на базовом множестве [2400; 4200], функция принадлежности (рис 10). Построение функции gauss2mf для промежутков (рис 11).

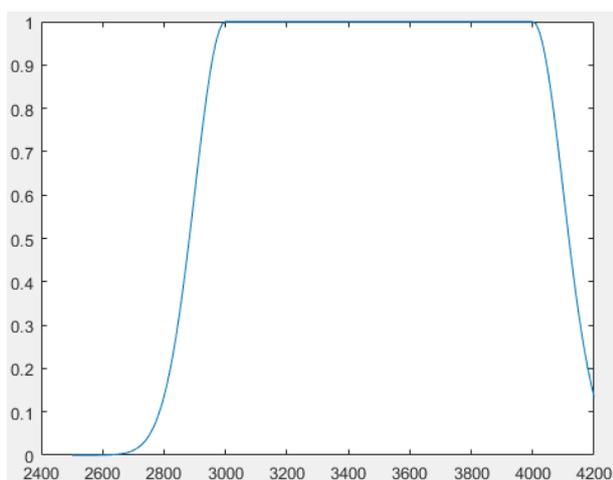


Рисунок 10. Функция принадлежности критерия F8

```
>> x=2500:10:4200;  
>> y1=gauss2mf(x,[100 3000 100 4000])  
>> plot(x,y1)
```

Рисунок 11. Функция gauss2mf в MatLab для промежутков

F9 – минимальный вес на базовом множестве [136; 158], функция принадлежности (рис 11). Построение функции trimf для минимальных значений (рис 12).

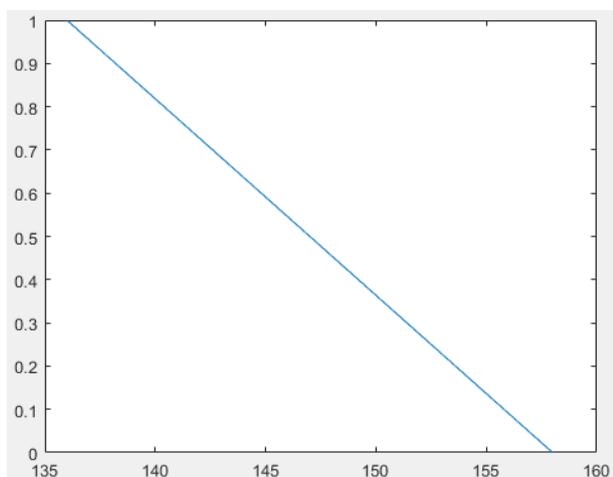


Рисунок 11. Функция принадлежности критерия F9

```
>> x=136:1:158;
>> y1=trimf(x,[100 136 158]);
>> plot(x,y1)
```

Рисунок 12. Функция trimf в MatLab для минимальных значений

F10 – минимальная цена на базовом множестве [12; 14], функция принадлежности (рис 13). Построение функции trimf аналогичное (рис 12).

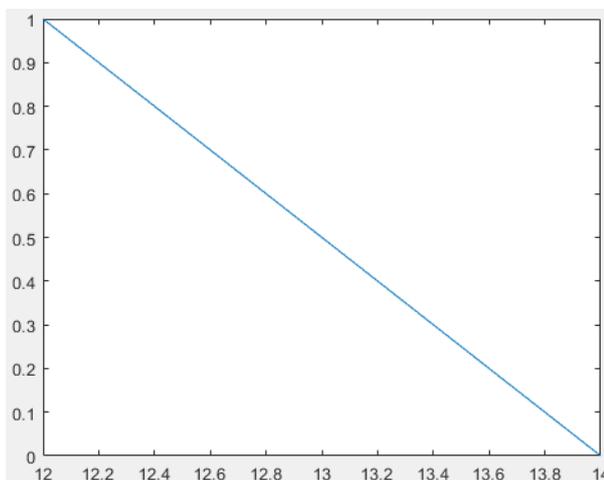


Рисунок 13. Функция принадлежности критерия F10

На основании функций принадлежности всех альтернатив по десяти критериям определены их конкретные значения, которые представляют собой следующие нечёткие множества (таблица 2).

Таблица 2. Таблица значений нечетких множеств

	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
<b>F<sub>1</sub></b>	0,4	0,4	0	0,4	1	1
<b>F<sub>2</sub></b>	0	1	0,085	0	0,858	0,844
<b>F<sub>3</sub></b>	0	1	1	1	1	1
<b>F<sub>4</sub></b>	0,2	0	0,2	0,4	1	0,4
<b>F<sub>5</sub></b>	0	0	0	1	1	0
<b>F<sub>6</sub></b>	1	0	0	1	1	0
<b>F<sub>7</sub></b>	1	1	1	1	1	1
<b>F<sub>8</sub></b>	0,429	0	0,606	1	1	1
<b>F<sub>9</sub></b>	0,45	1	0,63	0,9	0,18	0
<b>F<sub>10</sub></b>	0	1	0,5	0,5	0,35	1

С помощью формулы

$$\mu_R(a_i, a_j) = \begin{cases} \mu_R(a_i, a_j) - \mu_R(a_j, a_i), & \text{если } \mu_R(a_i, a_j) > \mu_R(a_j, a_i) \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

и данных таблицы 2 составим матрицы нечётких отношений предпочтения.

	$F_1$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
	$a_1$	1	0	0,4	0	0	0
	$a_2$	0	1	0,4	0	0	0
$\mu R_1 =$	$a_3$	0	0	1	0	0	0
	$a_4$	0	0	0,4	1	0	0
	$a_5$	0,6	0,6	1	0,6	1	0
	$a_6$	0,6	0,6	1	0,6	0	1

	$F_2$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
	$a_1$	1	0	0	0	0	0
	$a_2$	1	1	0,915	1	0,142	0,156
$\mu R_2 =$	$a_3$	0,085	0	1	0,085	0	0
	$a_4$	0	0	0	1	0	0
	$a_5$	0,858	0	0,773	0,858	1	0,014
	$a_6$	0,844	0	0,759	0,844	0	1

	$F_3$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
	$a_1$	1	0	0	0	0	0
	$a_2$	1	1	0	0	0	0
$\mu R_3 =$	$a_3$	1	0	1	0	0	0
	$a_4$	1	0	0	1	0	0
	$a_5$	1	0	0	0	1	0
	$a_6$	1	0	0	0	0	1

	$F_4$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
	$a_1$	1	0,2	0	0	0	0
	$a_2$	0	1	0	0	0	0
$\mu R_4 =$	$a_3$	0	0,2	1	0	0	0
	$a_4$	0,2	0,4	0,2	1	0	0
	$a_5$	0,8	1	0,8	0,6	1	0,6
	$a_6$	0,2	0,4	0,2	0	0	1

	$F_5$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
	$a_1$	1	0	0	0	0	0
	$a_2$	0	1	0	0	0	0
$\mu R_5 =$	$a_3$	0	0	1	0	0	0
	$a_4$	1	1	1	1	0	1
	$a_5$	1	1	1	0	1	1
	$a_6$	0	0	0	0	0	1

	$F_6$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
	$a_1$	1	1	1	0	0	1
	$a_2$	0	1	0	0	0	0

$\mu R_6 =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0	0	1	0	0	0
	<b>a<sub>4</sub></b>	0	1	1	1	0	1
	<b>a<sub>5</sub></b>	0	1	1	0	1	1
	<b>a<sub>6</sub></b>	0	0	0	0	0	1

	<b>F<sub>7</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
	<b>a<sub>1</sub></b>	1	0	0	0	0	0
	<b>a<sub>2</sub></b>	0	1	0	0	0	0
$\mu R_7 =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0	0	1	0	0	0
	<b>a<sub>4</sub></b>	0	0	0	1	0	0
	<b>a<sub>5</sub></b>	0	0	0	0	1	0
	<b>a<sub>6</sub></b>	0	0	0	0	0	1

	<b>F<sub>8</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
	<b>a<sub>1</sub></b>	1	0,429	0	0	0	0
	<b>a<sub>2</sub></b>	0	1	0	0	0	0
$\mu R_8 =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0,177	0,606	1	0	0	0
	<b>a<sub>4</sub></b>	0,571	1	0,394	1	0	0
	<b>a<sub>5</sub></b>	0,571	1	0,394	0	1	0
	<b>a<sub>6</sub></b>	0,571	1	0,394	0	0	1

	<b>F<sub>9</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
	<b>a<sub>1</sub></b>	1	0	0	0	0,27	0,45
	<b>a<sub>2</sub></b>	0,55	1	0,37	0,1	0,82	1
$\mu R_9 =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0,18	0	1	0	0,45	0,63
	<b>a<sub>4</sub></b>	0,45	0	0,27	1	0,72	0,9
	<b>a<sub>5</sub></b>	0	0	0	0	1	0,18
	<b>a<sub>6</sub></b>	0	0	0	0	0	1

	<b>F<sub>10</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
	<b>a<sub>1</sub></b>	1	0	0	0	0	0
	<b>a<sub>2</sub></b>	1	1	0,5	0,5	0,65	0
$\mu R_{10} =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0,5	0	1	0	0,15	0
	<b>a<sub>4</sub></b>	0,5	0	0	1	0,15	0
	<b>a<sub>5</sub></b>	0,35	0	0	0	1	0
	<b>a<sub>6</sub></b>	1	0	0,5	0,5	0,65	1

Задача выбора решается в соответствии со следующей процедурой.

1. Строим нечёткое отношение  $Q_1 = R_1 \cap R_2 \cap \dots \cap R_{10}$  :

		<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
	<b>a<sub>1</sub></b>	1	0	0	0	0	0
	<b>a<sub>2</sub></b>	0	1	0	0	0	0
$\mu Q_1(a_i, a_j) =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0	0	1	0	0	0

	<b>a<sub>4</sub></b>	0	0	0	1	0	0
	<b>a<sub>5</sub></b>	0	0	0	0	1	0
	<b>a<sub>6</sub></b>	0	0	0	0	0	1

Находим подмножество недоминируемых альтернатив на множестве  $\{A, \mu_{Q_1}\}$ .

$$\mu_{Q_1}(a_i) = 1 - \sup_{i,j} (\mu_{Q_1}(a_j, a_i) - \mu_{Q_1}(a_i, a_j))$$

по всем  $i$  и  $j$  ( $i \neq j$ ):

$$\mu_{Q_1}^{nd}(a_1) = 1 - \sup(\mu_{Q_1}(a_2, a_1) - \mu_{Q_1}(a_1, a_2), \mu_{Q_1}(a_3, a_1) - \mu_{Q_1}(a_1, a_3), \mu_{Q_1}(a_4, a_1) - \mu_{Q_1}(a_1, a_4), \mu_{Q_1}(a_5, a_1) - \mu_{Q_1}(a_1, a_5), \mu_{Q_1}(a_6, a_1) - \mu_{Q_1}(a_1, a_6)) = 1;$$

$$\mu_{Q_1}^{nd}(a_2) = 1 - \sup(\mu_{Q_1}(a_1, a_2) - \mu_{Q_1}(a_2, a_1), \mu_{Q_1}(a_3, a_2) - \mu_{Q_1}(a_2, a_3), \mu_{Q_1}(a_4, a_2) - \mu_{Q_1}(a_2, a_4), \mu_{Q_1}(a_5, a_2) - \mu_{Q_1}(a_2, a_5), \mu_{Q_1}(a_6, a_2) - \mu_{Q_1}(a_2, a_6)) = 1;$$

$$\mu_{Q_1}^{nd}(a_3) = 1 - \sup(\mu_{Q_1}(a_1, a_3) - \mu_{Q_1}(a_3, a_1), \mu_{Q_1}(a_2, a_3) - \mu_{Q_1}(a_3, a_2), \mu_{Q_1}(a_4, a_3) - \mu_{Q_1}(a_3, a_4), \mu_{Q_1}(a_5, a_3) - \mu_{Q_1}(a_3, a_5), \mu_{Q_1}(a_6, a_3) - \mu_{Q_1}(a_3, a_6)) = 1;$$

$$\mu_{Q_1}^{nd}(a_4) = 1 - \sup(\mu_{Q_1}(a_1, a_4) - \mu_{Q_1}(a_4, a_1), \mu_{Q_1}(a_2, a_4) - \mu_{Q_1}(a_4, a_2), \mu_{Q_1}(a_3, a_4) - \mu_{Q_1}(a_4, a_3), \mu_{Q_1}(a_5, a_4) - \mu_{Q_1}(a_4, a_5), \mu_{Q_1}(a_6, a_4) - \mu_{Q_1}(a_4, a_6)) = 1;$$

$$\mu_{Q_1}^{nd}(a_5) = 1 - \sup(\mu_{Q_1}(a_1, a_5) - \mu_{Q_1}(a_5, a_1), \mu_{Q_1}(a_2, a_5) - \mu_{Q_1}(a_5, a_2), \mu_{Q_1}(a_3, a_5) - \mu_{Q_1}(a_5, a_3), \mu_{Q_1}(a_4, a_5) - \mu_{Q_1}(a_5, a_4), \mu_{Q_1}(a_6, a_5) - \mu_{Q_1}(a_5, a_6)) = 1;$$

$$\mu_{Q_1}^{nd}(a_6) = 1 - \sup(\mu_{Q_1}(a_1, a_6) - \mu_{Q_1}(a_6, a_1), \mu_{Q_1}(a_2, a_6) - \mu_{Q_1}(a_6, a_2), \mu_{Q_1}(a_3, a_6) - \mu_{Q_1}(a_6, a_3), \mu_{Q_1}(a_4, a_6) - \mu_{Q_1}(a_6, a_4), \mu_{Q_1}(a_5, a_6) - \mu_{Q_1}(a_6, a_5)) = 1;$$

Таким образом,

	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
$\mu_{Q_1}^{nd} =$	1	1	1	1	1	1

2. Строим отношение по формуле  $\mu_{Q_2}(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^{10} \omega_k \mu_{R_k}(a_i, a_j)$ .

Установим коэффициенты  $\omega_k$  относительной важности критериев:  $\omega_1=0,03$ ;  $\omega_2=0,12$ ;  $\omega_3=0,08$ ;  $\omega_4=0,12$ ;  $\omega_5=0,12$ ;  $\omega_6=0,12$ ;  $\omega_7=0,05$ ;  $\omega_8=0,15$ ;  $\omega_9=0,03$ ;  $\omega_{10}=0,18$  (в сумме должны давать 1).

Определяем нечёткое отношение  $Q_2$ .

		<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>	<b>a<sub>6</sub></b>
	<b>a<sub>1</sub></b>	1	0,2084	0,132	0	0,0081	0,1335
	<b>a<sub>2</sub></b>	0,3965	1	0,2229	0,213	0,1586	0,0487
$\mu_{Q_2}(a_i, a_j) =$	<b>a<sub>3</sub></b>	0,2122	0,1149	1	0,0102	0,0405	0,0189
	<b>a<sub>4</sub></b>	0,4132	0,438	0,3432	1	0,0486	0,267
	<b>a<sub>5</sub></b>	0,5656	0,528	0,5179	0,193	1	0,3191
	<b>a<sub>6</sub></b>	0,4889	0,216	0,2942	0,2093	0,117	1

Находим подмножество недоминируемых альтернатив множества  $\{A, \mu_{Q_2}\}$ .

$$\mu_{Q_2}^{nd}(a_i) = 1 - \sup_{i,j} (\mu_{Q_2}(a_j, a_i) - \mu_{Q_2}(a_i, a_j)),$$

по всем  $i$  и  $j$  ( $i \neq j$ ). После вычислений получаем:

	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>
$\mu_{Q_2}^{nd} =$	0,4425	0,6306	0,5226	0,8556	1	0,7979

3. Результирующее множество недоминируемых альтернатив есть пересечение множеств  $\mu_{Q_1}^{nd}$  и  $\mu_{Q_2}^{nd}$ :

$$\begin{aligned} \mu_{Q_1}^{nd} \cap \mu_{Q_2}^{nd} &= \{(1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1) \cap (0,4425 \ 0,6306 \ 0,5226 \ 0,8556 \ 1 \ 0,7979)\} = \\ &= \{(0,4425 \ 0,6306 \ 0,5226 \ 0,8556 \ 1 \ 0,7979)\} \end{aligned}$$

4. Следовательно, рациональным следует считать выбор альтернативы  $a_1$  – ASUS ZenFone 3 MAX ZC520TL имеющей максимальную степень недоминируемости.

Таким образом, полностью был рассмотрен алгоритм выбора альтернативы методом нечёткого отношения предпочтения. Была подробно рассмотрена теоретическая сторона его механизма работы. А также, тщательно рассмотрен пример выполнения алгоритма на примере выбора смартфона.

Рассмотрение алгоритма в практической части показало простоту вычисления всех значений в алгоритме, но также раскрыло его главную сложность – большое число этих вычислений.

Данное исследование можно охарактеризовать как учебное пособие для изучения алгоритма выбора альтернативы методом нечеткого отношения предпочтения.

## Библиографический список

1. Винокуров А.С., Белов И.В., Баженов Р.И. Использование метода нечёткого отношения предпочтения для принятия оптимального решения по выбору цифрового фотоаппарата // Современная техника и технологии. 2014. №11 (39). С. 37-44.
2. Толмачёв С.Г. Принятие проектных решений на основе нечеткого отношения предпочтения // Информационно-управляющие системы. 2014. № 5. С. 34-39.
3. Климова О.Н. Сужение множества Парето на основе наборов взаимно зависимой информации о нечетком отношении предпочтения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 2. С. 34-44.
4. Тимшина Д.В., Работа Ю.Ю. Нечёткая логика и анализ эффективности инвестиционных проектов в среде MatLab, Fuzzy Logic Toolbox // Вестник

- Академии знаний. 2014. № 1 (8). С. 50-60.
5. Строганова Я.С., Половинкина А.И. Алгоритм определения условий непротиворечивости многокритериального и нечёткого представлений задачи принятия решений // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Управление строительством. 2016. № 1. С. 45-50.
  6. Трушина В.П., Осипов А.Л. Информационные технологии многокритериального выбора альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации сборник научных трудов XII-ой Международной научно-практической конференции в 4-х томах. Курск: Юго-Западный. государственный университет, 2015. С. 150-153.
  7. Егоров А.В., Евсегнеев В.И. Нечёткие отношения в реляционных базах данных // Технологии разработки информационных систем ТРИС-2016 материалы конференции: в 2-х томах. Таганрог: ЮФУ, 2016. С. 78-81.
  8. Санжапов Р.Б. Модель поддержки принятия решений на основе бинарных нечетких отношений // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2016. № 3 (182). С. 79-82.
  9. Bouchet A., Alonso P., Pastore J. I., Montes S., Díaz I. Fuzzy mathematical morphology for color images defined by fuzzy preference relations // Pattern Recognition. 2016. T. 60. С. 720-733
  10. Zhang Z. Deriving the priority weights from incomplete hesitant fuzzy preference relations based on multiplicative consistency // Applied Soft Computing. 2016. T. 46. С. 37-59
  11. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2000.
  12. Матюхина Л.Я., Сорыч М.С. Интеллектуальные информационные системы: лабораторный практикум для студентов IV курса специальности 080801 «Прикладная информатика в экономике» очной формы обучения. Хабаровск: ХГАЭП, 2010.
  13. DNS - интернет магазин цифровой и бытовой техники. URL: <http://dns-shop.ru/> (дата обращения: 09.06.2017).