

## **Автоматизированная система принятия решений – современный инструмент создания высококонкурентных сложных технических систем**

*(Продолжение)*

*Семенов С.С. руководитель группы анализа и перспективных исследований, канд. техн. наук (ОАО "Государственное научно-производственное предприятие "Регион", г. Москва)*

*Маклаков В.В., заведующий лабораторией, д-р техн. наук, (Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, г. Москва)*

*Полтавский А.В., старший научный сотрудник, канд. техн. наук (Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, г. Москва)*

*Аверкин А.Е., ведущий инженер-электроник, канд. техн. наук (Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, г. Москва)*

*Статья состоит из введения, трех разделов и выводов к ним, заключения и списка литературы*

*Во втором разделе статьи изложены понятия "функция ценности", основные принципы ее построения, а также предложен метод формирования функций ценности числовых единичных оценочных показателей сложных технических систем, основанный на знаниях экспертов с учетом их согласованности. Приведена иллюстрация предлагаемого метода определения функций ценности на примере оценки ТУ грузового автомобиля.*

*В третьем разделе статьи представлены результаты практического использования разработанных методов по выбору оценочных показателей и их функций ценности при определении технического уровня сложных технических систем с помощью автоматизированной системы принятия решений*

**.Ключевые слова:** сложные технические системы (СТС), функции ценности, единичные оценочные показатели, технический уровень, коэффициент конкордации, автоматизированные системы поддержки принятия решений

### **2. Определение функций ценности единичных оценочных показателей при оценке технического уровня сложных технических систем**

#### **2.1 Роль определения функций ценности оценочных показателей при оценке технического уровня сложных технических систем**

Разработанные информационно-аналитические системы, обеспечивающие выбор перспективных направлений развития создаваемой техники и наиболее предпочтительных образцов, базируются на использовании знаний экспертов о значимости оценочных показателей, по которым производится отбор наилучших образцов создаваемой техники. Разработчики новой продукции испытывают существенные затруднения в выборе функции ценности оценочных показателей. Предлагаемый в данной статье метод формирования функции ценности позволяет исследователю правильно выбрать тип и характер функции ценности, что позволит повысить достоверность оценки технического уровня сложных технических систем.

#### **2.2 Определение понятий "функция ценности" и "единичные оценочные показатели"**

При оценке качества и технического уровня (ТУ) сложных технических систем (СТС) часто используются функции ценности (например, функция Фишберна [1]). Сущность этих методов заключается в том, что в ходе диалога с

лицом, принимающим решение (ЛПР), от него получают информацию о его «системе ценностей» или «системе предпочтений», которая используется для построения функций ценности.

**Функция ценности (полезности)** – это функция, которая устанавливает соответствие между значениями показателя ТУ и его оценками со шкалой от 0 до 1..

**Единичным оценочным показателем** следует считать параметр или характеристику, которые определяют одно из основных свойств СТС и существенным образом влияют на её функционирование и развитие. Для единичных оценочных показателей формируются (выбираются или определяются) функции ценности (полезности), участвующие в определении технического уровня СТС.

Для каждого типа оценочных показателей в принципе может назначаться свой вид функции ценности. Функция ценности (полезности) для качественных логических показателей является бинарной и принимает значение 0 или 1 в зависимости от того, желательно и важно данное свойство или нет. ЛПР должно понимать, что если не существует истинных объективных предпочтений, то важны лишь те предпочтения, которые представляют субъективное мнение ЛПР о полезности значений оцениваемого показателя.

В литературе функция ценности может иметь название как функция полезности, функция предпочтения, функция оценок [2, 3]. Перед экспертом стоит сложная задача оценить "число – числом", т. е. перевести значение показателя в его оценку.

**2.3 Основные принципы формирования функции ценности единичных оценочных показателей сложных технических систем.** Этап формирования функции ценности является составной частью метода решения многокритериальных задач [4] и метода оценки технического уровня СТС [5].

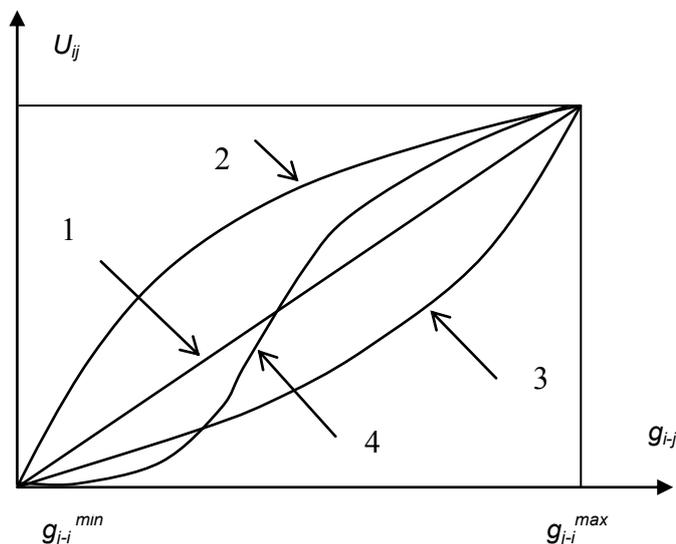
В работах [6-9] предложен метод оценки технического уровня СТС новой техники, основанный на использовании функции ценности при определении рейтинга альтернатив, в частности, для управляемых авиационных бомб (УАБ) и их подсистем (систем наведения и систем управления), отдельно для каждого интегрального показателя:

$$R_j(i) = \sum_i W_{kj} \cdot U_{kj}(i),$$

где  $R_j(i)$  – рейтинг  $i$ -ой альтернативы по  $j$ -ому интегральному показателю,  
 $W_{kj}$  – вес  $k$ -ого единичного показателя в  $j$ -ом интегральном показателе,  
 $U_{kj}(i)$  – значение функции ценности  $k$ -ого единичного показателя  $i$ -ой альтернативы  $j$ -ого интегрального показателя.

Функция ценности для числовых показателей предполагает введение от двух до пяти точек кривой функции ценности в зависимости от типа этой кривой. Функция ценности или полезности  $U_{j-i}(g_{j-i})$ , может иметь несколько типов (рис. 1) и быть убывающей или возрастающей [10]. Тип 1 имеет линейный характер в случае отсутствия предпочтения для показателя, типы 2 и 3 имеют вогнутость и выпуклость и устанавливаются тогда, когда желательно иметь больший или меньший эффект в зависимости от значения показателя, тип 4 имеет  $S$  – образный вид и вводится в тех случаях, когда необходимый эффект желательно получить для больших значений показателя.

Принято, что функция ценности определяется пятью точками. Значение функции ценности каждого единичного показателя, равное 0,90, соответствует потенциально достижимым значениям параметров или характеристик; 0,50 – заданным в ТТЗ на СН УАБ или общепринятым значениям; 0,1 – минимально-приемлемым значениям; 0,20 и 0,70 – промежуточным значениям между крайними значениями и принятым по ТТЗ и характеризует вид выбранной функции ценности.



- 1 – линейный (нейтральное отношение к риску), 2 – вогнутый (склонность к риску);  
3 – выпуклый (несклонность к риску); 4 – S-образный вид функции

Рис. 1 – Характерные типы функции полезности

Для синтезированных показателей функция ценности часто определяется только по двум точкам: 0,50 – среднему значению характеристики; 0,1 – минимально-приемлемым значениям характеристики. Ниже излагается предлагаемый авторами метод выбора функций ценности для СТС.

#### 2.4 Предлагаемый метод выбора функций ценности и определения единичных оценочных показателей сложных технических систем

Основным результатом предлагаемого метода выбора функции ценности является выявление предпочтения единичного числового оценочного показателя на шкале от нуля до единицы для повышения достоверности оценки технического уровня СТС. Это дает возможность производить оценку степени влияния данного и других единичных оценочных показателей на выполнение основных функций СТС в нормированном виде (т.е. независимо от размерности оценочного показателя) при определении нормированного технического уровня СТС.

Кроме того, появляется возможность определить граничные значения оценочных единичных показателей, т.е. диапазоны допустимых изменений значений с помощью функций ценности. Для каждого типа показателя назначается свой вид функции ценности.

В предлагаемом методе:

– производится разбиение всех оценочных единичных показателей на качественные (логические) и на количественные (числовые);

– каждая функция ценности для числовых показателей представляется в виде кривой из двух-пяти точек, для каждой точки экспертным путем указывается значение показателя и выбирается из списка значение функции ценности.

Определение функций ценности единичных оценочных показателей СТС рекомендуется осуществлять в следующем порядке:

1. Определение перечня единичных оценочных показателей.
2. Определение типа функции ценности для каждого единичного оценочного показателя.
3. Установление граничных значений единичных оценочных показателей.
4. Выбор функций ценности каждым экспертом.
5. Проверка степени согласованности экспертных оценок.

Исходной информацией для этих процедур является матрица опроса  $k$ -го эксперта, представленная в таблице 1 (этапы с 1-го по 4-ый).

Таблица 1. – Матрица опроса  $k$ -го эксперта по значениям показателей

Единичные показатели	Значения показателей для 5 точек функции ценности				
	$U_{ik1}(g_i) = 0,10$	$U_{ik2}(g_i) = 0,20$	$U_{ik3}(g_i) = 0,50$	$U_{ik4}(g_i) = 0,70$	$U_{ik5}(g_i) = 0,90$
$g_1$	$g_{1k1}^{\min}$	$g_{1k2}^{R1}$	$g_{1k3}^{R2}$	$g_{1k4}^{R3}$	$g_{1k5}^{\max}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$g_i$	$g_{ik1}^{\min}$	$g_{ik2}^{R1}$	$g_{ik3}^{R2}$	$g_{ik4}^{R3}$	$g_{ik5}^{\max}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$g_n$	$g_{nk1}^{\min}$	$g_{nk2}^{R1}$	$g_{nk3}^{R2}$	$g_{nk4}^{R3}$	$g_{nk5}^{\max}$

Общее количество таблиц-матриц опроса определяется числом экспертов, участвующих в опросе.

В таблице 1 приняты следующие обозначения:

$U_{ikk}(g_i)$  – функция ценности, которая устанавливает соответствие между значениями оценочного показателя и шкалой от 0 до 1.

$g_i$  – единичный оценочный показатель для оценки ТУ СТС.

Функция ценности однозначно устанавливает приоритеты между различными значениями единичного показателя. Для каждого типа показателя в принципе может назначаться свой вид функции ценности. Функция ценности для логических показателей является бинарной и принимает значения 0 или 1 в зависимости от того, желательно данное свойство или нет. В дальнейшем будем рассматривать числовые показатели, которые предусматривают использование пяти точек функции ценности (как в табл. 1).

Числовые значения в каждой строке таблицы 2 определяют характер изменения функции ценности: она может быть монотонно убывающей или возрастающей, линейной, выпуклой или вогнутой, S-образной, треугольной или трапециoidalной формы и т.д.

Целесообразно получить осредненные (по всем экспертам) показатели  $g_{ij}$  для каждой  $j$ -той точки (из 5 точек) функции ценности по следующей зависимости:

$$\bar{g}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m g_{ikj}}{m}, \quad (1)$$

где  $g_{ikj}$  – значение показателя из таблицы 2;

$j = 1, \dots, 5$  – точки функции ценности;  $k = 1, \dots, m$ ;  $i = 1, \dots, n$ ;

$m$  – число экспертов, участвующих в опросе;

$n$  – количество единичных оценочных показателей.

Осредненные (по всем экспертам) значения показателей можно представить в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Матрица значений показателей

Единичные показатели	Осредненные значения показателей для 5 точек функции ценности				
	$U_{i1}(g_i) = 0,10$	$U_{i2}(g_i) = 0,20$	$U_{i3}(g_i) = 0,50$	$U_{i4}(g_i) = 0,70$	$U_{i5}(g_i) = 0,90$
$g_1$	$\bar{g}_{11}^{\min}$	$\bar{g}_{12}^{R1}$	$\bar{g}_{13}^{R2}$	$\bar{g}_{14}^{R3}$	$\bar{g}_{15}^{\max}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$g_i$	$\bar{g}_{i1}^{\min}$	$\bar{g}_{i2}^{R1}$	$\bar{g}_{i3}^{R2}$	$\bar{g}_{i4}^{R3}$	$\bar{g}_{i5}^{\max}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$g_n$	$\bar{g}_{n1}^{\min}$	$\bar{g}_{n2}^{R1}$	$\bar{g}_{n3}^{R2}$	$\bar{g}_{n4}^{R3}$	$\bar{g}_{n5}^{\max}$

Числовые значения в каждой строке таблицы 2 определяют вид искомой функции ценности

Однако возникает необходимость проверки степени согласованности экспертных оценок для всех экспертов (этап 5-ый). Эту согласованность можно определить с помощью коэффициента конкордации  $W_j$ , который оценивается для каждой из пяти точек функции ценности по следующей формуле [11]:

$$W_j = 1 - \frac{12 \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m d_{ijk}^2}{m^2(n^3 - n)}, \quad (2)$$

$i=1, \dots, n$  -показатели;  $k=1, \dots, m$  - эксперты;  $j=1, \dots, 5$  - точки функции

ценности;

где  $d_{ijk}$  – нормированное отклонение текущего значения показателя  $g_{ikj}$  от его осредненной величины, определяемой по формуле (1).

Величина  $d_{ijk}$  оценивается по следующей формуле:

$$d_{ijk} = \frac{\bar{g}_{ij} - g_{ijk}}{\bar{g}_{ij}} \quad (3)$$

Если справедливо неравенство

$$W_j \geq W_\partial \quad (4)$$

(где  $W_\partial$  – допустимое значение коэффициента конкордации), то результаты опроса экспертов можно признать согласованными. В противном случае необходимо скорректировать результаты опроса экспертов путем его повторного проведения.

## 2.5 Пример по определению функций ценности для единичных показателей ТУ грузового автомобиля

Для иллюстрации предлагаемого метода рассмотрим конкретный пример. Определим функции ценности для единичных показателей ТУ грузового автомобиля.

Выделим шесть функциональных единичных оценочных показателей грузового автомобиля [12]:

- 1) скорость ( $U$ , км/ч);
- 2) вместимость ( $V$ , м<sup>3</sup>);
- 3) масса перевозимого груза ( $m_G$ , т);
- 4) масса снаряженного автомобиля ( $m_a$ , т);
- 5) угол разворота ( $\alpha$ , град);
- 6) мощность двигателя ( $P$ , л.с.).

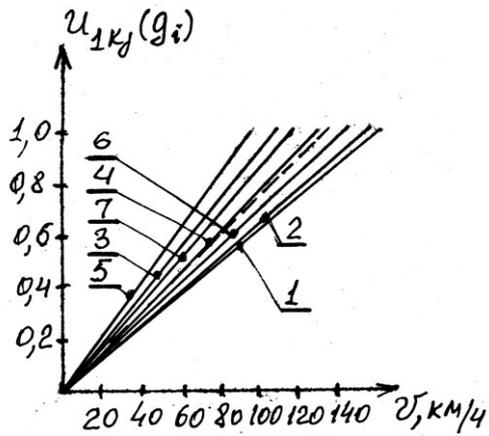
На рис. 2 представлены функции ценности для единичных оценочных показателей грузового автомобиля, предложенные каждым из семи экспертов. Номера кривых функций ценности на каждой фигуре соответствуют номерам соответствующих экспертов. Числовые значения оценочных показателей, снятые с этих кривых представляются в таблице для каждого эксперта\*.

Таблица 3 содержит данные по числовым значениям показателей для эксперта № 1. Таблица 4 содержит информацию о средних значениях показателей на основе информации от семи экспертов. В таблице 5 приведены разности между средними величинами единичного показателя и значениями этого показателя по мнению эксперта № 1. Поскольку в дальнейшем будет возведение в квадрат, то знак перед этими разностями не имеет значения и поэтому в этих таблицах приведены модули разностей.

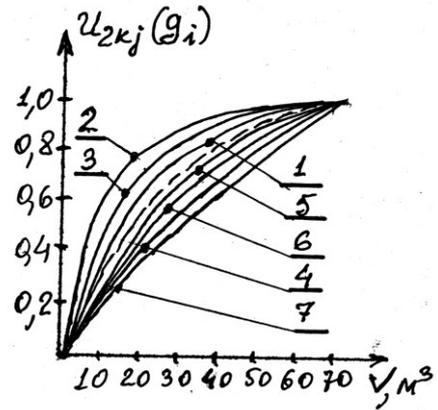
В таблице 6 помещены нормированные значения этих разностей, полученные в соответствии с формулой (3) для эксперта № 1.

---

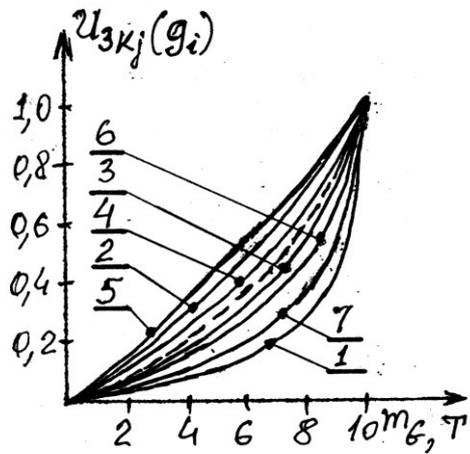
\* Из-за ограничения объема статьи далее приводятся данные в соответствии с алгоритмом обработки данных только для эксперта № 1.



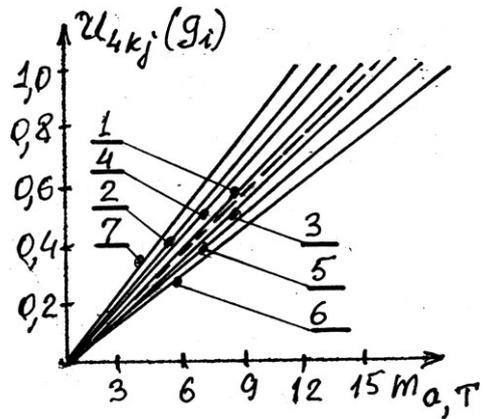
а)



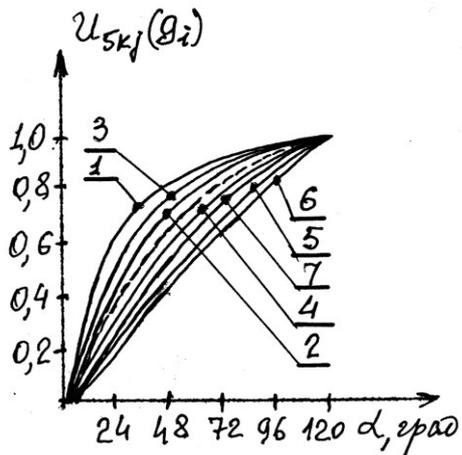
б)



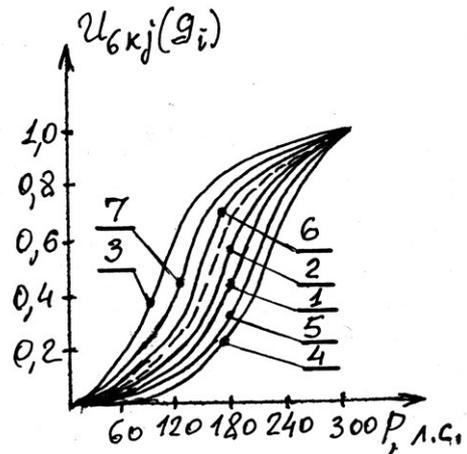
в)



г)



д)



е)

а) скорость ( $U$ , км/ч); б) вместимость ( $V$ , м<sup>3</sup>); в) масса перевозимого груза ( $m_G$ , т); г) масса снаряженного автомобиля ( $m_a$ , т); угол разворота ( $\alpha$ , град); д) мощность двигателя ( $P$ , л.с.).

Рис. 2. Функции ценности для единичных оценочных показателей при оценке технического уровня грузового автомобиля

Таблица 3 – Числовые значения показателей для эксперта № 1

№ показателя	Значения показателей				
	$U_{i1}(g_i) = 0,10$	$U_{i2}(g_i) = 0,20$	$U_{i3}(g_i) = 0,50$	$U_{i4}(g_i) = 0,70$	$U_{i5}(g_i) = 0,90$
1	17,34	32,00	80,00	111,00	142,66
2	1,96	4,65	12,80	24,30	45,00
3	5,00	7,00	9,00	9,60	9,94
4	1,20	2,90	7,25	10,20	13,15
5	2,40	3,60	14,40	28,80	67,20
6	96,00	132,00	174,00	198,00	246,00

Таблица 4 – Средние значения показателей на основе информации от семи экспертов

№ показателя	Средние значения показателей				
	$U_{i1}(g_i) = 0,10$	$U_{i2}(g_i) = 0,20$	$U_{i3}(g_i) = 0,50$	$U_{i4}(g_i) = 0,70$	$U_{i5}(g_i) = 0,90$
1	12,72	23,72	62,69	92,26	118,29
2	2,80	6,32	17,47	30,15	49,67
3	2,71	4,36	7,41	8,68	9,38
4	1,20	2,90	7,50	10,46	13,66
5	7,20	12,59	34,69	55,21	90,17
6	91,00	115,72	156,00	182,14	238,29

Таблица 5 – Разности между средними величинами каждого из 6 единичного показателя и значениями этого показателя по мнению эксперта № 1

№ показателя	Значения разности между значениями показателей				
	$U_{i1}(g_i) = 0,10$	$U_{i2}(g_i) = 0,20$	$U_{i3}(g_i) = 0,50$	$U_{i4}(g_i) = 0,70$	$U_{i5}(g_i) = 0,90$
1	4,62	8,28	17,31	18,74	24,37
2	0,84	1,67	8,47	5,85	4,67
3	2,29	2,64	1,59	0,92	0,56
4	0,00	0,00	0,25	0,26	0,51
5	4,80	8,99	10,29	26,41	22,97
6	5,00	16,28	18,00	15,86	7,71

Таблица 6 – Нормированные значения разности для эксперта № 1

№ показателя	Нормированные значения разности				
	$U_{i11}(g_i) = 0,10$	$U_{i12}(g_i) = 0,20$	$U_{i13}(g_i) = 0,50$	$U_{i14}(g_i) = 0,70$	$U_{i15}(g_i) = 0,90$
1	0,363	0,349	0,276	0,203	0,206
2	0,300	0,264	0,485	0,194	0,094
3	0,845	0,606	0,215	0,106	0,060
4	0,000	0,000	0,033	0,025	0,037
5	0,667	0,714	0,297	0,478	0,255
6	0,055	0,141	0,115	0,087	0,032

В таблице 7 приведены квадраты этих нормированных значений для эксперта № 1 по всем точкам кривых функций ценности.

Таблица 7 – Квадраты нормированных значений разности для эксперта № 1

№ показателя	Квадраты нормированных значений разности				
	$U_{i11}(g_i) = 0,10$	$U_{i12}(g_i) = 0,20$	$U_{i13}(g_i) = 0,50$	$U_{i14}(g_i) = 0,70$	$U_{i15}(g_i) = 0,90$
1	0,1318	0,1218	0,0762	0,0412	0,0424
2	0,0900	0,0697	0,2350	0,0376	0,0088
3	0,7141	0,3666	0,0460	0,0112	0,0036
4	0,0000	0,0000	0,0011	0,0006	0,0014
5	0,4444	0,5099	0,0880	0,2288	0,0649
6	0,0030	0,0198	0,0133	0,0076	0,0010

В таблице 8 помещены итоги суммирования квадратов нормированных разностей и оценки коэффициента конкордации  $W_j$  по формуле (2).

Таблица 8 – Итоги суммирования и оценки  $W_j$ 

	№ показателя	Суммы квадратов нормированных значений разности				
		$U_{i1}(g_i) = 0,10$	$U_{i2}(g_i) = 0,20$	$U_{i3}(g_i) = 0,50$	$U_{i4}(g_i) = 0,70$	$U_{i5}(g_i) = 0,90$
Промежуточные величины	1	0,4361	0,3063	0,2332	0,1990	0,1757
	2	2,5264	1,9499	1,4752	0,8658	0,3247
	3	1,1679	0,9005	0,2050	0,0507	0,0079
	4	0,1882	0,2996	0,2753	0,2256	0,2459
	5	1,3826	1,5900	0,8081	0,8098	0,1755
	6	0,8787	0,6337	0,3205	0,2392	0,0591
	$\Sigma$	6,5799	5,6800	3,3173	2,3901	0,9888
	$W_j$	0,9923	0,9938	0,9961	0,9972	0,9988

Из таблицы 8 видно, что каждое значение  $W_j$  больше 0,99. Это свидетельствует о хорошей согласованности действий экспертов и даже при  $W_0 = 0,80$  полученные средние значения функции ценности единичных показателей грузового автомобиля (таблица 9) можно принять за основу. Полученные осредненные (по 7 экспертам) функции ценности для 6-ти оценочных показателей представлены на рис. 3 в виде пунктирных линий.

ИАС "Оценка и выбор", предназначенная для оценки ТУ СТС различного назначения. позволяет учитывать зависимость ценности оценочного показателя от значения показателя по пяти узловым точкам линейно-ломаной аппроксимации, т.е. предпочтения ЛПР. Указанные данные выводятся по результатам обработки данных, полученных от экспертов, по представленной выше процедуре.

### **3. Результаты практического использования разработанных методов по выбору оценочных показателей и функций ценности при определении технического уровня сложных технических систем с помощью автоматизированной системы принятия решений**

Разработанные методы формирования оценочных показателей и функций ценности были использованы при реализации метода оценки ТУ СТС в автоматизированной системе принятия решений ИАС "Оценка и выбор". В качестве примера на рис. 4-6 показаны процесс пуска, анализа и результат оценки ТУ различных систем наведения (СН) управляемых авиационных бомб (УАБ), проведенный с помощью ИАС "Оценка и выбор", при этом [5]:

- БИНС – бесплатформенная инерциальная навигационная система;
- БИНС + НАП – бесплатформенная инерциальная навигационная система с коррекцией по сигналам глобальной спутниковой навигационной системы GPS NAVSTAR/ГЛОНАСС;
- ТВ-Котлас-МЦ – телевизионная;
- ТВ-Котлас-МЦ-БИНС+НАП\_(Э) – комплексированная инерциально-спутниковая систем с захватом цели на траектории по заранее подготовленному эталону;
- ТВ-Крым-(ВДН) – телевизионная система на основе видикона;
- ТВ-Котлас-МДН\_(ЭОП) – телевизионная на базе электрооптических преобразователей;
- ЛГ – полуактивная лазерная гиросtabilizированная система;
- ЛМС – логическая многоспектральная система.

Из рис. 4 видно, что СН типа БИНС как всепогодная, круглосуточная и дешевая система, нечувствительная к различного рода помехам, а также с коррекцией по сигналам GPS NAVSTAR/ГЛОНАСС (БИНС+НАП) занимают первые места в рейтинге представленных альтернатив. Достаточно высокий уровень оценки, полученный СН типа ЛГ, ТВ-Котлас-МЦ и ТВ-Крым-(ВДН) объясняет широкое использование лазерных и телевизионных СН в УАБ.

Полученные результаты оценки эффективности СН хорошо согласуются с практикой отечественных и зарубежных разработок и достаточно подробно рассмотрены в [13].

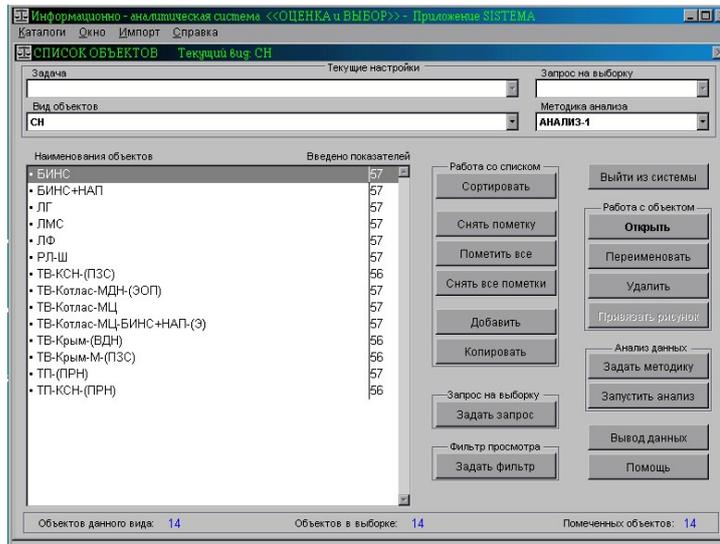


Рис. 3. Рабочее окно ИАС "Оценка и выбор" перед запуском отобранных для проведения сравнительного анализа СН

Информационно - аналитическая система «ОЦЕНКА и ВЫБОР» - Приложение СИСТЕМА

Каталоги Окно Импорт Справка

СПИСОК ОБЪЕКТОВ Текущий вид: СН

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ГРУППЫ ОБЪЕКТОВ

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА Методика: АНАЛИЗ-1

Объекты	Итоговые результаты				Технический			
	Место	Слой	Балл	Полнота	Место	Слой	Балл	Полнота
БИНС	1	Б2	819		1	Б2	919	
БИНС+НАП	2	Б2	716		2	Б2	914	
ТВ-Котлас-МЦ	3	Б2	687		4	Б3	761	
ТВ-Котлас-МЦ-БИНС+НАП-(Э)	4	Б2	653		7	Б3	709	
ТВ-Крым-(ВДН)	5	Б2	649		5	Б3	712	
ТВ-Котлас-МДН-(ЗОП)	6	Б2	642		8	Б3	662	
ЛГ	7	Б2	631		3	Б3	831	
ЛМС	8	Б2	625		12	Б3	451	
ТВ-Крым-М-(ПЗС)	9	Б2	624		5	Б3	712	
ТП-(ПРН)	10	Б2	610		10	Б3	593	
РЛ-Ш	11	Б2	535		11	Б3	578	
ЛФ	12	Б2	534		9	Б3	657	
ТВ-КСН-(ПЗС)	13	Б2	527		13	Б3	378	
ТП-КСН-(ПРН)	14	Б2	461		13	Б3	378	

Рис. 4. Рабочее окно ИАС "Оценка и выбор" в режиме вывода таблицы сравнительного анализа альтернативных вариантов СН.

Информационно - аналитическая система «ОЦЕНКА и ВЫБОР» - Приложение СИСТЕМА

Каталоги Окно Импорт Справка

СПИСОК ОБЪЕКТОВ Текущий вид: СН

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ГРУППЫ ОБЪЕКТОВ

Методика: АНАЛИЗ-1

Основные результаты     Дополнительные результаты     Метод взвешенного суммирования

Объекты	Итоговые результаты				Промежуточные оценки по обобщенным показателям:						
	Место	Слой	Балл	Полнота	Техни	Такти	Техно	Надеж	Экспл	Выжи	Эконо
БИНС	1	Б2	819								
БИНС+НАП	2	Б2	716				1				
ТВ-Котлас-МЦ	3	Б2	687								
ТВ-Котлас-МЦ-БИНС+НАП-(Э)	4	Б2	653				1				11
ТВ-Крым-(ВДН)	5	Б2	649			1			1		
ТВ-Котлас-МДН-(ЗОП)	6	Б2	642				1				
ЛГ	7	Б2	631				1			1	
ЛМС	8	Б2	625		12						1
ТВ-Крым-М-(ПЗС)	9	Б2	624			1			1		

Выгоды-Издержки    Анализ Объекта    Дополни. информация    Вывод данных    Выход

Рис. 5. Изображение рабочего окна на экране дисплея при работе с ИАС "Оценка и выбор" при использовании метода взвешенного суммирования

Сопоставительный анализ рейтингов исследуемых СН (рис. 7), полученных разными методами – предложенным в статье методом (показатель "Тактический") и методом оценки боевой эффективности УАБ с данной СН, показал достаточно хорошую сходимость (в пределах допустимой погрешности  $\pm 10-15\%$ ) для ряда анализируемых СН (ТВ-МЦ-БИНС + НАП-(Э), ТП-(ПРН), РЛ-Ш).

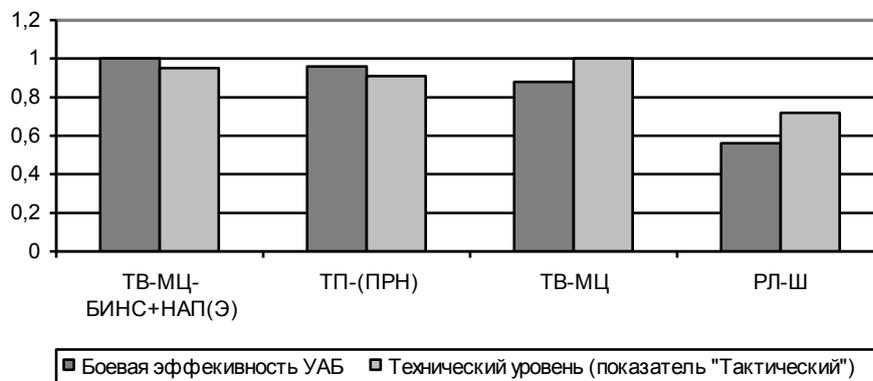


Рис. 6. Сопоставительная диаграмма рейтингов исследуемых образцов СН УАБ, полученных путем оценки технического уровня СН (показатель "Тактический") и эффективности боевого применения УАБ

Проведенные с использованием разработанного метода оценки ТУ СТС подтвердили его работоспособность и эффективность предложенных подходов, а также позволили сформировать рекомендации по выбору рациональных вариантов СН для конкретных типов УАБ и для конкретных условий разработки, производства и применения УАБ.

### Выводы

1. Для обеспечения создания высококонкурентной продукции в условиях рыночной экономики важное место занимают начальные этапы жизненного цикла, на которых принимаются решения о направлениях развития данного вида продукции и конкретные пути ее реализации. Предложенная в данной статье ИАС "Оценка и выбор", как показывают приведенные сведения о системе, является современным инструментом принятия решения при создании СТС, позволяя ЛПР выбрать наиболее рациональный вариант ее практического воплощения.
2. Разработанные в данной статье методические материалы необходимы для формирования оценочных показателей и определении их функций ценности при работе с программно-аппаратным комплексом, каким по существу является ИАС "Оценка и выбор", по осуществлению процесса принятия решений, основанных на использовании современного математического аппарата и компьютерных технологий при оценке ТУ продукции. Несмотря на широкое использование имитационного математического моделирования, экспертные методы оценки качества для слабо формализованных СТС, основанные на использовании знаний и приобретенного опыта специалистов, остаются важными методическими средствами выбора наилучших технических решений при проектировании новых систем.
3. Предложенный методический подход к формированию системы оценочных показателей основан на знании основных характеристик СТС на всех стадиях жизненного цикла системы и метод формирования функций ценности единичных

оценочных показателей при оценке технического уровня СТС с использованием оценки согласованности экспертов, позволяющий достаточно просто и обоснованно осуществлять выбор и формирование функции ценности для каждого единичного оценочного показателя любой системы, что в конечном итоге позволяет повысить ТУ, качество и конкурентоспособность создаваемой СТС.

### **Заключение**

Материалы данной статьи являются результатом глубоких и продолжительных теоретических и экспериментальных исследований, посвященных оценке технического уровня сложных технических систем, которые были разработаны применительно к образцам новой техники. Этому вопросу посвящены многочисленные публикации (монографии и статьи в научных специализированных журналах). Как показывает изучение научно-технической литературы, исследователи нуждаются помимо получения практических результатов иметь научную базу для выполнения практических работ с использованием новых информационных технологий, что и было предложено авторами.

### **Список литературы**

1. Фишберн П.К. Теория полезности для принятия решений. Пер. с англ. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
2. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект. – Киев: Наукова думка, 2002. – 382.
3. ГОСТ 23554.0-79 Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Основные положения".
4. Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
5. Бомас В.В., Судаков В.А., Афонин К.А. Поддержка принятия многокритериальных решений по предпочтениям пользователя. СППР DSB/UTES. Под ред. В.В. Бомаса. – М.: Изд-во МАИ, 2006. – 172 с.
6. Семенов С.С. Оценка технического уровня систем наведения управляемого авиационного оружия класса "воздух-поверхность" // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2006. – № 8 – С. 7-11; № 9 – С. 13-23; № 10 – С. 12-18.
7. Семенов С.С. Критерии и оценочные показатели эффективности систем наведения управляемого авиационного оружия класса "воздух-поверхность" // Радиотехника. – 2009. – № 5. – С. 60-69.
8. Семенов С.С. Критерии и оценочные показатели технического уровня систем наведения управляемого авиационного оружия класса "воздух-поверхность" / IX международная научно-техническая конференция "Кибернетика и высокие технологии XXI века" (13-15 мая 2008 г.). Сборник докладов. Воронежский государственный университет. – Воронеж: ООО "НПФ "Саквоее", 2008. – том 2. – 1152 с. – С. 758-772.
9. Семенов С.С., Щербинин В.В. Метод оценки технического уровня систем наведения управляемых авиационных бомб / Материалы четвертой научно-практической конференции "Перспективные системы и задачи управления" и первой

молодежной школы семинара "Управление и обработка информации в технических системах". Таганрог. ТФЮУ, 2009 г. – 291 с. – С. 160-167.

10. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения. Пер. с англ. В.В. Подиновского, М.Г. Гафта, В.С. Бабинцева / Под ред. И.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с

11. Литвак Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. Монография. Изд. 2-е, стереотипное. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. – 225 с.

12. Фасхиев Х.А. Анализ методов оценки качества и конкурентоспособности грузовых автомобилей // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 3. – С. 24-28; № 4. – С. 21-26.

13. Семенов С.С., Щербинин В.В Метод оценки технического уровня систем наведения управляемых авиационных бомб // Вопросы оборонной техники. Сер. 9. Специальные системы управления, следящие приводы и их элементы. – М.: ФГУП "НТЦ "Информтехника", 2010. – Вып. 1 (242) – 2 (243). – 108 с. – С. 29-32.