

УДК 65.018+615.478

## О МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКОМ ОСНАЩЕНИИ СЛУЖБЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

**Г. Н. Пахарьков,**

канд. техн. наук, доцент

**М. Х. Хаймур,**

аспирант

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

*Рассмотрена методология оптимизации выбора медицинских изделий для учреждений здравоохранения (на примере выбора электрокардиографа для специализированной бригады скорой медицинской помощи), в основу которой положен модифицированный авторами метод анализа иерархий.*

### Введение

Одним из приоритетных направлений развития национального здравоохранения является дальнейшее развитие службы скорой медицинской помощи (СМП).

В концепции модернизации системы здравоохранения Санкт-Петербурга на 2004–2010 годы отмечается, что «особое внимание должно быть уделено медико-техническому оснащению (МТО) службы СМП (... введению единых стандартов базового оснащения бригад СМП...)» [1].

Однако до сего времени в национальной системе здравоохранения отсутствует методика оптимизации МТО лечебных учреждений, в том числе СМП.

В данной работе приводится методика оптимального выбора электрокардиографов для службы СМП, целью которой является обоснование типового табеля оснащения специализированной выездной бригады СМП.

Методика основана на впервые предложенном авторами модифицированном методе Саати.

### Метод Саати — для оптимизации МТО СМП (на примере выбора электрокардиографа)

Задача оптимизации МТО СМП обладает рядом особенностей. Во-первых, информация об эффективности применения того или иного вида медицинского изделия (МИ) может быть получена только с помощью экспертов, в роли которых должны выступать различные специалисты, использующие данные МИ в своей практике. Их оценки носят преимущественно качественный, а не количественный характер. Во-вторых, сложные МИ характеризуются большим числом показателей (технических параметров и эксплуатационных ха-

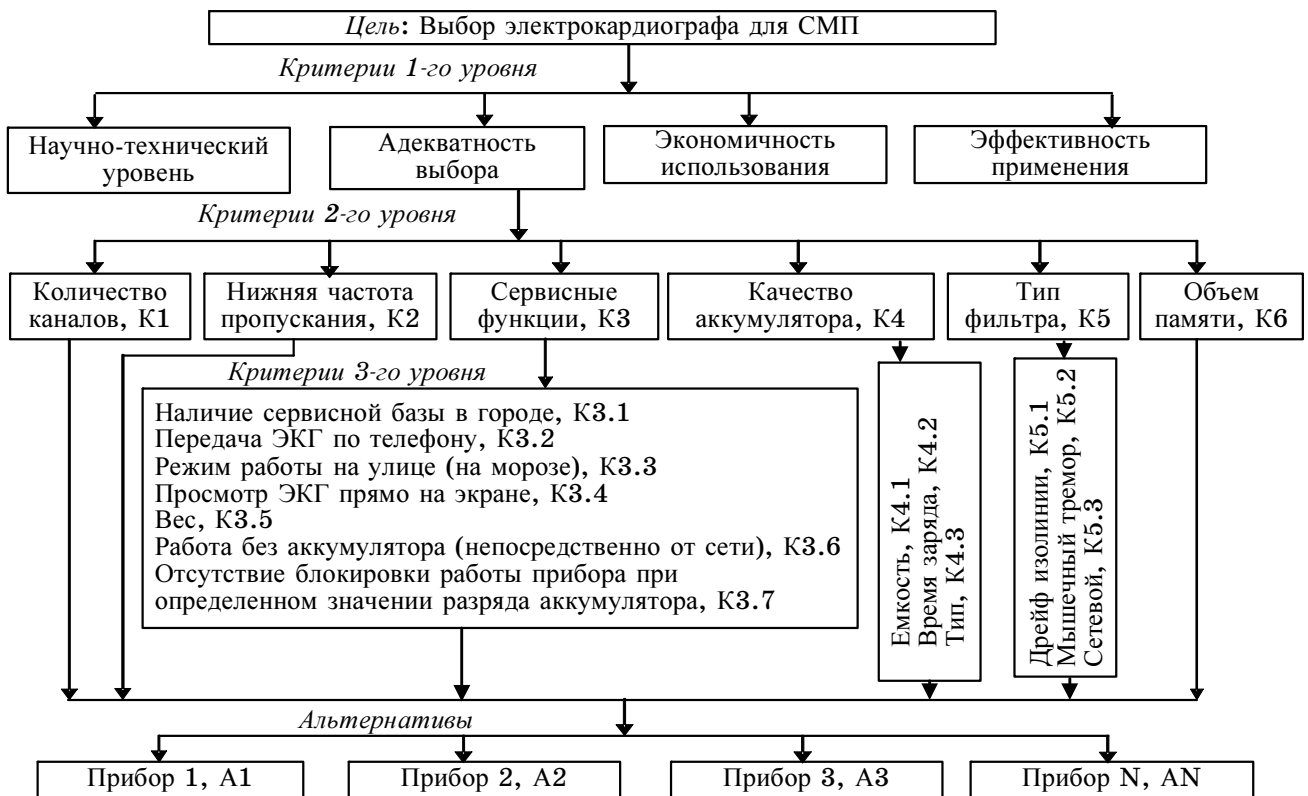
рактеристик), влияющих на качество оказания медицинской помощи в различной степени, что приводит к необходимости ранжирования этих показателей. В-третьих, решение о качестве МИ принимает человек, который в своих суждениях идет от анализа отдельных аспектов объекта к общей интегральной оценке. Соответственно, и информационные технологии, помогающие принять решение, должны использовать такую же методику и позволять человеку участвовать в получении оценки качества на разных уровнях.

Одним из наиболее часто используемых методов в многокритериальных задачах является метод анализа иерархий (метод Саати) [2]. Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие и дальнейшей обработке последовательности суждений лица, принимающего решение, с помощью матриц парных сравнений.

В многоуровневой модели выбора электрокардиографа для бригады СМП (рис. 1) критериями 1-го уровня (согласно концепции ВОЗ, адаптированной на техническое качество медицинской помощи) являются адекватность, научно-технический уровень (НТУ), эффективность и экономичность применения электрокардиографа [3, 4].

Подуровней критериев может быть сколько угодно. Так, критерий 1-го уровня «Адекватность выбора» раскрывается уровнем 2: а) количество каналов; б) нижняя частота пропускания; в) тип фильтра и др. Тип фильтра можно далее раскрыть уровнем 3: а) фильтр мышечного тремора; б) сетевой фильтр и т. д.

Альтернативами являются несколько десятков электрокардиографов, представленных на рынке МИ различными фирмами: А1 — «Альтон-03» («Альтоника»), А2 — «Cardiovit AT1» («Schiller»),



■ Рис. 1. Многоуровневая модель выбора электрокардиографа

A3 — ar1200 view («Cardioline»), A4 — FX-3010 AT1 («Fukuda Denshi»), A5 — «Daedalus network» («Cardiette»), A6 — ЭКЗТ-12-01 («Геолинк»), A7 — P80 («Esaote»), A8 — «Heart screen 80G-L» («Innomed Medical»), A9 — «Dixon» («Dixon ECG»), A10 — ECG-300G («Biocare ECG») и др.

В экспертном опросе принимали участие 24 специалиста, в числе которых были врачи из служб СМП, инженеры из фирм-производителей МИ, представители предприятий по техническому обслуживанию, а также дилеры, работающие на рынке МИ.

После оценивания экспертами важности критериев 2-го уровня (по результатам двухуровневого экспертного опроса по методу Дельфи) был рассчитан общий для всех экспертов коэффициент конкордации (согласованности мнений экспертов)  $W$ , являющийся функцией от  $m$  (количества экспертов) и  $n$  (количества показателей) [5, 6].

Полученное значение ( $W = 0,62$ ) свидетельствует о плохой согласованности мнений экспертов, поэтому для выявления групп экспертов, чьи мнения согласованы, был проведен кластерный анализ в пакете STATISTICA.

Построенная дендрограмма (рис. 2) позволяет сделать вывод о том, что все эксперты распадаются на три коалиции: 1-я коалиция — 8 инженеров: 13, 15, 14, 19, 20, 18, 16, 17 ( $W_{инж} = 0,85$ ); 2-я коалиция — 12 врачей: 1, 2, 4, 10, 12, 6, 7, 8,

3, 5, 9, 11 ( $W_{врач} = 0,77$ ) и 3-я коалиция — 4 дилера: 21, 22, 23, 24 ( $W_{дил} = 0,24$ ).

В результате были исключены мнения дилеров, после чего остались две первые коалиции.

Необходимо отметить, что при определении весовых коэффициентов (важности критериев) наибольший интерес представляют показатели, характеризующие точность полученных результатов.

В свою очередь, точность результатов зависит не только от отдельных экспертов и группы экспертов в целом, но и от показателя устойчивости при изменении мнений экспертов на противоположные, и показателя чувствительности к вариациям мнений экспертов.

Показатель чувствительности к изменениям согласованности мнений экспертов определяется как

$$\Pi(\varepsilon) = \frac{\partial g_j}{\partial W}, \quad (1)$$

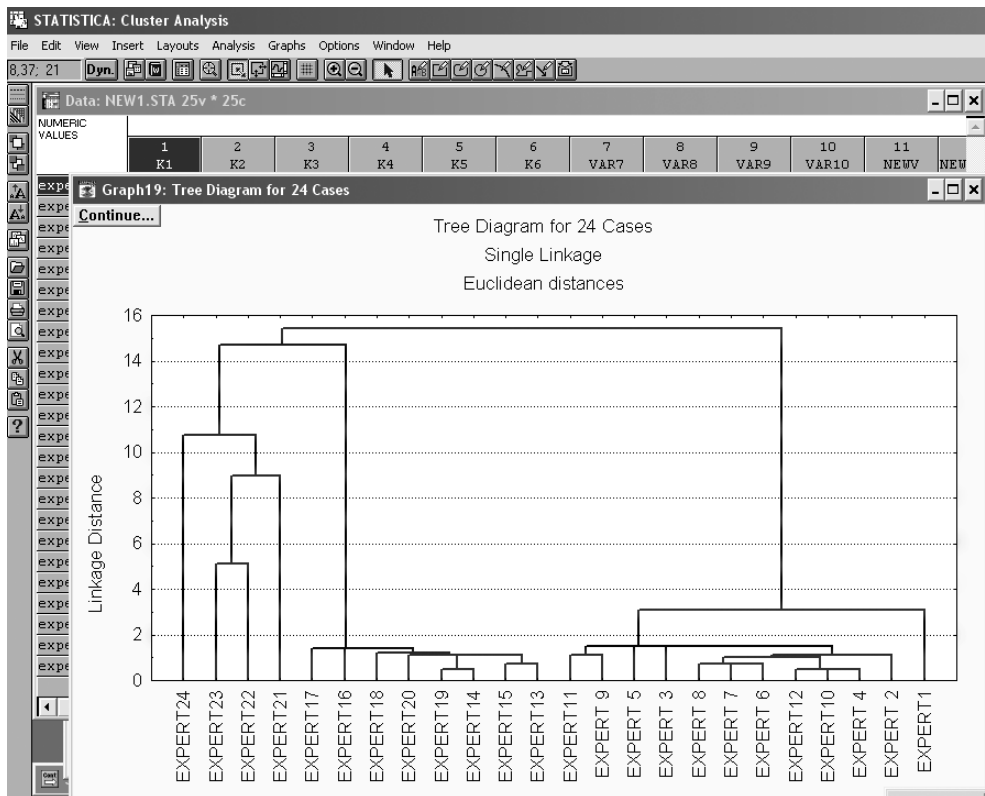
где  $g_j$  — вес критерия.

Поскольку получить явное выражение  $g_j$  от  $W$  достаточно трудно, то удобнее воспользоваться параметрическим заданием этих функций, т. е.

$$g_j = f(G_{ij}); \quad W = \vartheta(G_{ij}),$$

где  $G_{ij}$  — критерий (объект экспертизы).

Тогда производная  $\frac{\partial g_j}{\partial W}$  выразится через параметр  $G_{ij}$ :



■ Рис. 2. Дендрограмма различных мнений

$$\frac{\partial g_j}{\partial W} = \frac{\partial f(G_{ij})}{\partial v(G_{ij})} = \frac{f'(G_{ij})}{v'(G_{ij})}. \quad (2)$$

Рассмотрим, как меняется согласованность мнений экспертов от вариации их мнений по  $j$ -му объекту экспертизы  $G_{ij}$ .

Допустим, что  $n$  и  $m$  остаются неизменными, и выразим параметр  $S$  через  $G_{ij}$ , где сумма рангов каждого объекта экспертизы запишется следующим образом:  $\sum_{i=1}^m G_{ij}$ . А средний арифметический

ранг есть не что иное, как  $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m G_{ij}$ . Тогда сумма

квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднего арифметического ранга примет вид

$$S = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m G_{ij} \right)^2. \quad (3)$$

Изменение  $W$  от изменения мнений экспертов, очевидно, будет определяться как

$$\frac{\partial W}{\partial G_{ij}} = \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left( \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \right). \quad (4)$$

Подставив выражение (3) в формулу (4), получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial G_{ij}} &= \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left( \frac{12 \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m G_{ij} \right)^2}{m^2(n^3 - n)} \right) = \\ &= \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left\{ \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m G_{ij} \right)^2 \right\} \dots \quad (5) \end{aligned}$$

Введем следующие обозначения:

$$p_j = \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m G_{ij}; \quad t_j = \sum_{i=1}^m p_j^2.$$

Тогда выражение (5) можно записать следующим образом:

$$\frac{\partial W}{\partial G_{ij}} = \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \frac{\partial t_j}{\partial p_j} \frac{\partial p_j}{\partial G_{ij}}, \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} \frac{\partial t_j}{\partial p_j} &= \frac{\partial}{\partial p_j} \left( \sum_{i=1}^m p_j^2 \right) = \\ &= \frac{\partial}{\partial p_j} (p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots + p_n^2) = 2p_j; \quad (7) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial p_j}{\partial G_{ij}} = \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left( \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m G_{ij} \right) = \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m G_{ij} \right); \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial G_{ij}} \sum_{i=1}^m G_{ij} = \frac{\partial}{\partial G_{ij}} (G_{1j} + G_{2j} + G_{3j} + \dots + G_{ij} + \dots + G_{mj}) = 1; \quad (9)$$

$$\frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m G_{ij} \right) = \frac{1}{n} \frac{\partial}{\partial G_{ij}} \left( \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m G_{ij} \right) = \frac{1}{n} \frac{\partial}{\partial G_{ij}} (G_{11} + G_{21} + G_{31} + \dots + G_{i1} + \dots + G_{m1} + \dots + G_{1n} + G_{2n} + G_{3n} + \dots + G_{in} + \dots + G_{nm}) = \frac{1}{n}. \quad (10)$$

Подставив выражения (9) и (10) в формулу (8), окончательно получим

$$\frac{\partial p_j}{\partial G_{ij}} = 1 - \frac{1}{m} = \frac{m-1}{m}. \quad (11)$$

Подставив выражения (7) и (10) в формулу (6), получим

$$\frac{\partial W}{\partial G_{ij}} = \frac{12}{m^2(n^3-n)} 2p_j \frac{n-1}{n} = \frac{24(n-1)}{n^2(n^3-n)} \left( \sum_{j=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m G_{ij} \right) = \frac{24}{m^2 n^2 (n+1)} \left( \sum_{i=1}^m G_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m G_{ij} \right). \quad (12)$$

Из формулы (12) видно, что при изменении мнения одного эксперта, т. е. при приращении  $G_{ij}$ , коэффициент конкордации меняется на сумму отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднего арифметического ранга, умноженного

на коэффициент  $k = \frac{24}{m^2 n^2 (n+1)}$ .

При постоянных значениях  $m$  и  $n$  показатель чувствительности к приращениям согласованности мнений экспертов является функцией от  $S$ .

В нашем случае рассчитанные показатели чувствительности к приращениям мнений экспертов подтверждают правильность полученных результатов.

Для выработки единого мнения необходимо учитывать компетентность коалиций экспертов.

Известная модификация метода Саати учитывает только обобщенные (единые) компетентности экспертов, но не учитывает различные компетентности экспертов по каждому из критериев, что существенно уменьшает эффективность решения задачи [7].

Предлагается дальнейшая модификация метода Саати, которая заключается в *комплексировании матриц мнений двух коалиций экспертов*, с учетом различной компетентности экспертов по каждому из критериев.

### Модифицированный метод Саати

Были сформулированы условия непротиворечивости мнений коалиций, невыполнение которых может привести к несогласованности полученной обобщенной матрицы, отражающей совокупное мнение коалиций.

Обобщенная схема алгоритма модифицированного метода Саати представлена на рис. 3.

### Процедура комплексирования (слияния) мнений групп экспертов (врачей и инженеров) при оценке важности показателей 2-го уровня и принятие оптимального решения

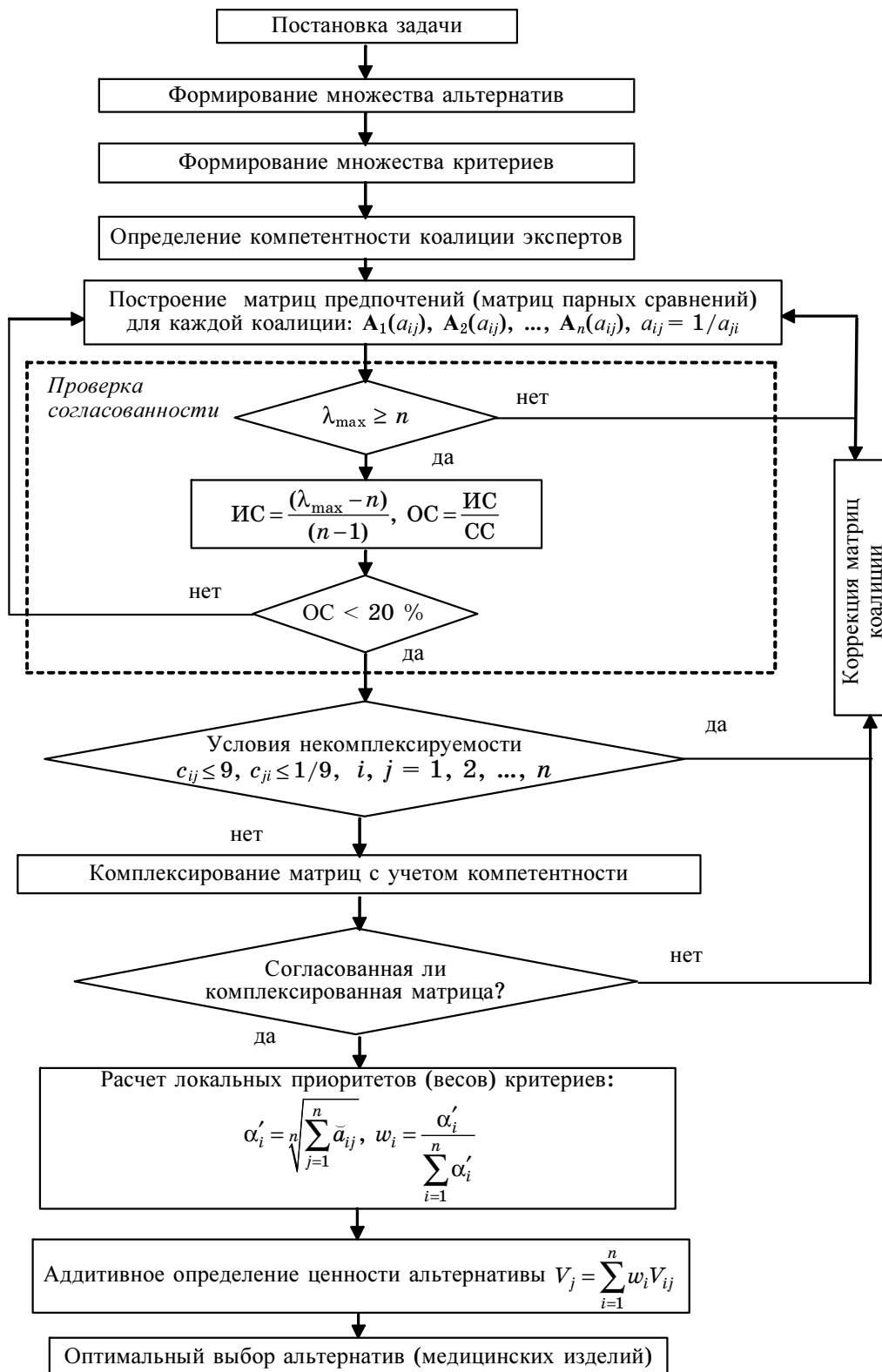
#### 1. Условные обозначения:

$A$  — матрица сравнительной важности показателей, полученная от коалиции экспертов — врачей ( $6 \times 6$ );

$\alpha$  — вектор размерности 6, отражающий соответствующие компетентности коалиции экспертов — врачей;

Первая коалиция (врачи) — матрица А							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$\alpha$
K1	1	1	1/3	1	5	3	0,75
K2	1	1	1/3	1	3	3	0,8
K3	3	3	1	2	7	5	0,9
K4	1	1	1/2	1	7	3	0,3
K5	1/5	1/3	1/7	1/7	1	1/3	0,2
K6	1/3	1/3	1/5	1/3	3	1	0,1
ИС = 0,031, ОС = 0,025							

Вторая коалиция (инженеры) — матрица В							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$\beta$
K1	1	1/3	1/5	1/3	1	1/2	0,1
K2	3	1	1/3	1/2	2	1	0,3
K3	5	3	1	1	3	2	0,2
K4	3	2	1	1	5	3	0,9
K5	1	1/2	1/3	1/5	1	1/3	0,75
K6	2	1	1/2	1/3	3	1	0,7
ИС = 0,028, ОС = 0,023							



■ **Рис. 3.** Обобщенная схема алгоритма модифицированного метода Саати (с комплексированием матриц мнений коалиций экспертов): ИС, ОС — индекс и отношение согласованности; СС — среднестатистическая согласованность

**В** — матрица сравнительной важности показателей, полученная от коалиции экспертов — инженеров (6 × 6);

**β** — вектор размерности 6, отражающий соответствующие компетентности коалиции экспертов — инженеров;

**М** — матрица, полученная в результате слияния мнений двух коалиций.

Формула для вычислений:

$$M_{ij} = (a_{ij}^{\alpha_i \alpha_j} \cdot b_{ij}^{\beta_i \beta_j}) \frac{1}{\alpha_i \alpha_j + \beta_i \beta_j}. \quad (13)$$

**2. Учет условия некомплексированности (противоположности мнений экспертов).**

У нас имеются матрицы **A** и **B**, каждая из которых отражает мнение некоторой коалиции и имеет приемлемое отношение согласованности.

Введем в рассмотрение матрицу **C** следующим образом:

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{b_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Свойства матрицы **C**:

1) матрица **C** является обратносимметричной;

2) если существует хотя бы один элемент  $c_{ij}$ , для которого выполняется соотношение  $c_{ij} \geq 9$  или,

что то же самое,  $c_{ji} \leq \frac{1}{9}$ , то коалиции являются

противоборствующими, и корректное усреднение их мнений не представляется возможным.

Проверим условия корректности слияния матриц в соответствии с формулой (14):

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5/3 & 3 & 5 & 6 \\ 1/3 & 1 & 1 & 2 & 1,5 & 3 \\ 3/5 & 1 & 1 & 2 & 7/3 & 5/2 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1 & 7/5 & 1 \\ 1/5 & 2/3 & 3/7 & 5/7 & 1 & 1 \\ 1/6 & 1/3 & 2/5 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

В соответствии с условиями (14) матрицы **A** и **B** можно корректно комплексировать.

**3. Составление расчетной таблицы на основе формулы (13).**

$M_{ij}$  — соответствующий элемент матрицы **M** (комплексированной матрицы), отражающей комплексное представление обеих коалиций относительно сравнительной важности элементов.

<i>i</i>	<i>j</i>	$\alpha_i \times \alpha_j$	$a_{ij}^{\alpha_i \alpha_j}$	$\beta_i \times \beta_j$	$b_{ij}^{\beta_i \beta_j}$	$\frac{a_{ij}^{\alpha_i \alpha_j} \times b_{ij}^{\beta_i \beta_j}}{\alpha_i \alpha_j + \beta_i \beta_j}$	$\frac{1}{\alpha_i \alpha_j + \beta_i \beta_j}$	$M_{ij}$
1	2	0,6	1	0,03	0,97	0,9676	1,587	0,95
1	3	0,675	0,47	0,02	0,9683	0,46	1,43885	0,325
1	4	0,225	1	0,09	0,9058	0,9058	3,175	0,729
1	5	0,15	1,27	0,075	1	1,273	4,444	2,924
...	...	...	...	...	...	...	...	...

**4. Определение комплексированной матрицы M и рангов критериев 2-го уровня.**

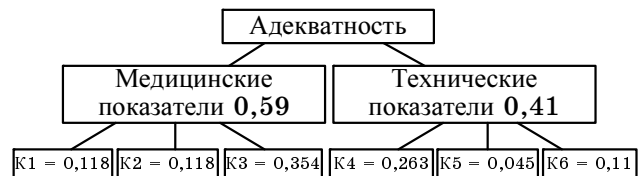
Результат оценки сравнения важности критериев, полученный по комплексированной матрице:  $K3 > K4 > K2 \approx K1 > K6 > K5$ .

Для проверки правильности результата, полученного по комплексированной матрице, использовались три подхода.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Вес $w_i$
K1	1	0,95	0,325	0,729	2,924	1,263	0,136
K2	1,05	1	0,330	0,693	2,3667	1,346	0,134
K3	3,07	3,03	1	1,516	4,763	2,863	0,339
K4	1,372	1,443	0,66	1	5,139	3	0,233
K5	0,342	0,422	0,21	0,195	1	0,330	0,05
K6	0,792	0,743	0,35	0,333	3,003	1	0,109

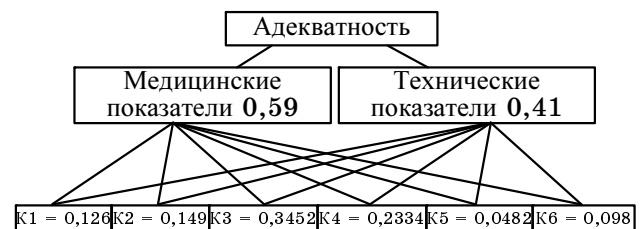
1. Сравнение на качественном уровне, когда сравнивались попарно одноименные элементы матриц **A** и **M**, а также одноименные элементы матриц **B** и **M**. Было показано, что элементы достаточно близки друг к другу.

2. Сравнение на количественном уровне, когда по критериям **K1, K2, K3** принималось во внимание только мнение 1-й коалиции, а по критериям **K4, K5, K6** — только мнение 2-й коалиции. Таким образом, древовидная структура критериев имеет следующий вид:



Результат 2-го подхода:  $K3 > K4 > K2 \approx K1 > K6 > K5$ .

3. Сравнение на количественном уровне, при этом иерархическая структура критериев имеет следующий вид:



Результат 3-го подхода:  $K3 > K4 > K2 > K1 > K6 > K5$ .

Таким образом, результаты 2-го и 3-го подходов практически совпадают с результатами, полученными на основе комплексирования матриц коалиций экспертов с учетом их компетентности, что подтверждает работоспособность предлагаемого метода.

**5. Выбор прибора из представленных альтернатив.**

Кри-терий	Прибор							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	...	AN
K1	3	3	6	6	3	3	...	...
K2	0,01	0	0,05	0,005	0,01	0,05	...	...
K3.1	да (1)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	да (1)	...	...
K3.2	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	...	...
K3.3	да (1)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	...	...
K3.4	нет (0)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	нет (0)	...	...
K3.5	1,6 Кг	3	3	4	5,2	2	...	...
K3.6	да (1)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	...	...
K3.7	да (1)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	нет (0)	...	...
K4.1	100	300	200	200	50	40	...	...
K4.2	3	7	5	5	4	3,5	...	...
K4.3	NiCd	NiCd	NiCd	NiMn	NiCd	NiCd	...	...
K5.1	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	...	...
K5.2	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	...	...
K5.3	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	да (1)	...	...
K6	80	80	70	70	70	60	...	...

Синтез полученных коэффициентов важности

осуществляется по формуле  $V_j = \sum_{i=1}^n w_i V_{ij}$  (аддитивная свертка), где  $V_j$  — обобщенный показатель качества  $j$ -й альтернативы;  $w_i$  — вес  $i$ -го критерия;

$V_{ij}$  — важность  $j$ -й альтернативы по  $i$ -му критерию, переведенная в шкалу [0, 1].

Результаты расчета  $V_j$  для некоторых электрокардиографов следующие:

«Альтон-03» — 0,781;	FX-3010 — 0,579;
«Cardiovit AT-1» — 0,685;	«Daedalus network» — 0,472;
ar1200 view — 0,511;	ЭКЗТ-12-1 — 0,468.

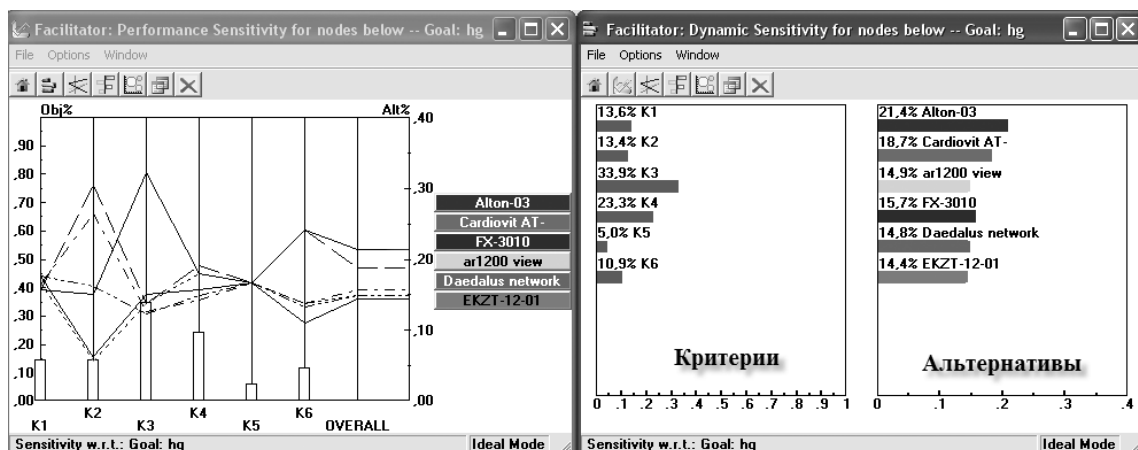
В нашем случае лучшим вариантом является 3-канальный электрокардиограф «Альтон-03» фирмы «Альтоника».

**Исследование чувствительности принятия решения о выборе наилучшего прибора**

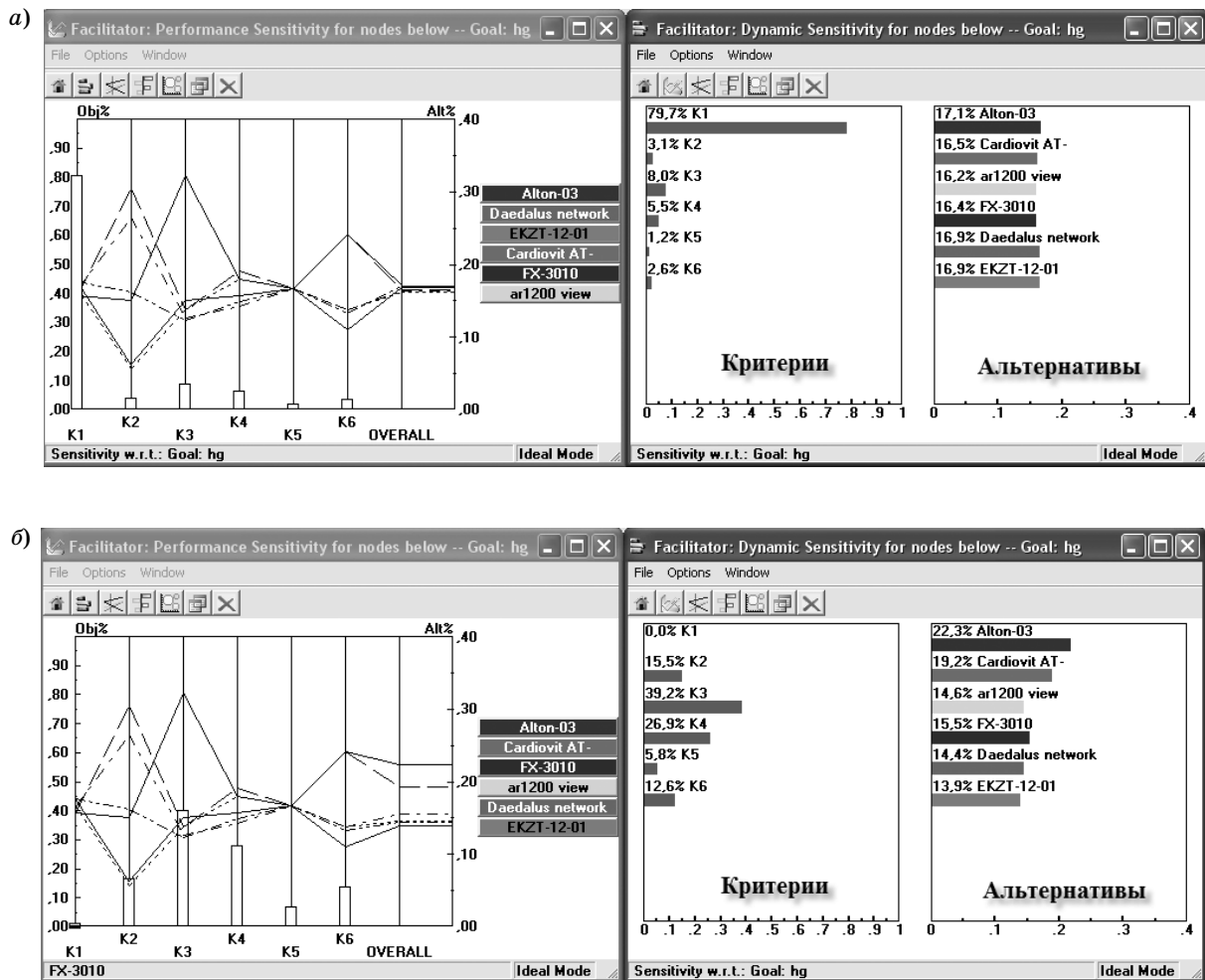
Исследование проведено с тем, чтобы показать, насколько хорошо альтернативы выбраны по отношению к изменению каждого критерия и насколько альтернативы чувствительны к изменениям весов каждого критерия. Только достаточно нечувствительное решение может быть рекомендовано для реализации.

Анализ чувствительности выполнен с использованием пакета EXPERT CHOICE для шести лучших альтернатив, полученных в результате решения задачи методом Саати. Для исследования создана модель альтернатив (рис. 4), которая показывает начальную оценку альтернатив как по всем критериям 2-го уровня, так и по каждому критерию в отдельности. Из диаграммы видно, что альтернатива «Альтон-03» является лучшей относительно всех критериев. Углубленное исследование чувствительности решения выполнено путем оценки отдельных альтернатив по отношению к каждому критерию. Меняя веса каждого отдельного критерия, определяли границы чувствительности решения задачи. Веса критериев увеличивали и уменьшали в границах, пока лучшая альтернатива не теряла своего приоритета. Результаты приведены на соответствующих градиентных диаграммах.

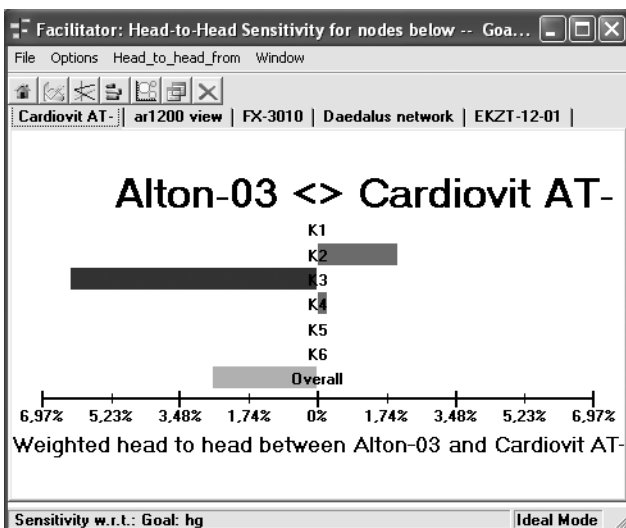
Экспериментальные исследования выполнены для критериев 2-го уровня: K1, K2, K3, K4, K5,



■ Рис. 4. Модель альтернатив задачи



■ Рис. 5. Анализ чувствительности по критерию K1



■ Рис. 6. Сравнительный анализ двух близких альтернатив

K6. В качестве примера на рис. 5 представлен результат исследований эксперимента — анализ чувствительности решения по критерию 2-го уровня K1. На рис. 5, а видно увеличение веса критерия K1 от 13,6 до 79,7% — лучший прибор «Альтон-03». Уменьшение веса критерия K1 от 13,6 до 0 % показывает рис. 5, б — лучший прибор «Альтон-03».

При исследовании чувствительности решения может быть получен очень малый интервал между оценками двух лучших альтернатив, и пользователю будет затруднительно принять решение. В нашем случае разница между альтернативами «Альтон-03» и «Cardiovit AT1» равна 2,7 %. Здесь целесообразно дополнительно провести так называемый «head-to-head» — анализ двух близких альтернатив по всем критериям, чтобы наглядно увидеть различия между ними (рис. 6).

Результаты экспериментов исследований чувствительности показали, что решение задачи достаточно нечувствительно к изменению весов критериев.



## Заключение

1. Предложена новая модификация метода Саати, заключающаяся в комплексировании матриц мнений двух коалиций экспертов, с учетом различной компетентности экспертов по каждому из критериев.

Данная методика позволяет учесть мнения экспертов по показателям, по которым они обладают наибольшей компетентностью, и снизить влияние мнений экспертов по показателям, по которым они

некомпетентны, что существенно снижает субъективность и разброс мнений экспертов и таким образом увеличивает достоверность результата.

2. Предложена методика исследования чувствительности решения задачи оптимизации (с использованием пакета EXPERT CHOICE для лучших альтернатив, полученных в результате решения задачи методом Саати), что расширяет возможности менеджмента по выбору лучшей альтернативы из имеющихся на рынке конкретных типов МИ.

## Литература

1. **Постановление** Правительства С.-Петербурга от 07.12.2004. № 1917 «О концепции модернизации системы здравоохранения Санкт-Петербурга на 2004–2010 годы».
2. **Саати Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
3. **Пахарьков Г. Н.** Проблемы оптимизации медико-технического оснащения отечественного здравоохранения // Информационно-управляющие системы. 2006. № 1. С. 39–47.
4. **Пахарьков Г. Н., Хаймур М. Х.** К вопросу об оценке качества технического оснащения рабочего места кардиолога в ЛПУ // Материалы Междунар. науч.-практич. конф. «Кардиостим – 2006». Санкт-Петербург, 9–11 февраля 2006 г. // Вестник Аритмологии / ЗАО «ИНКАРТ». СПб., 2006. С. 112.
5. **Хаймур М. Х.** К вопросу о табелях технического оснащения кардиологического кабинета // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2006. № 2. С. 120–124.
6. **Хаймур М. Х.** О специфике проведения экспертного опроса при принятии решения о техническом оснащении кардиологического кабинета в ЛПУ // 63-я науч.-техн. конф. НТОРЭС им. А. С. Попова: Сб. тр. СПб., 2008. С. 67–70.
7. **Падерно П. И.** Комплексирование мнений экспертов при экспертной оценке с применением метода анализа иерархий // Человеческий фактор. Проблемы психологии и эргономики. Тверь, 2007. № 3. С. 122–127.