

УДК 65.018+615.478

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Г. Н. Пахарьков,

канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

Рассмотрены вопросы методологии оптимизации и оценки качества медико-технического оснащения учреждений здравоохранения, в основу которой положены системные принципы менеджмента качества, с одной стороны, и операционно-квалиметрический метод оценки научно-технического уровня медицинских изделий, с другой.

We consider the questions of quality control and optimization of the medical-technical equipment of the institutions of public health. The discussion is based on system principles of quality management and on qualimetric method of estimation of the technical level of medical equipment.

Введение

Проводимая реформа отечественного здравоохранения в соответствии с задачей создания и внедрения стандартов медицинских услуг (МУ) требует обязательной разработки и реализации системы эффективного технического и технологического обеспечения лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ).

Понятно, что для этого понадобится количественное и качественное обновление технического парка действующих ЛПУ, что, в свою очередь, предполагает разработку стандартов их медико-технического оснащения (МТО) [1].

В настоящее время в отечественном здравоохранении проводится работа по формированию системы комплексной стандартизации МУ с последующим решением задач оценки и управления их качеством [2].

Под качеством медицинской услуги понимается совокупность свойств (признаков), характеризующих медицинские технологии и результаты их выполнения, подтверждающие соответствие МУ современному уровню медицинской науки и технологии, стандартам, а также потребностям пациента. Под системой управления качеством медицинской услуги подразумевают совокупность организационных структур, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления контроля качества МУ.

В соответствии с теорией качества МУ, разработанной экспертом Всемирной организации здравоохранения А. Донабедианом, выделяются три основных аспекта: качество структуры, качество процесса и качество результата [3, 4].

Все три составляющие можно представить в виде «треугольника качества» МУ (рис. 1).

Понятно, что необходимо рассматривать все отмеченные элементы в их взаимосвязи, так как только такой системный подход предоставляет наибольшие возможности при оптимизации управления ЛПУ.

В настоящее время пока достаточно трудно анализировать первые два аспекта, не говоря о том, что не существует стандартной интегральной системы оценки качества МУ. В то же время осознание того, что точность диагностики, правильность лечения и тактики оздоровления (ведения) больного будут подвергнуты объективному контролю, налагает на врача значительную долю ответственности. В этих условиях повышается роль одного из важнейших элементов структурного качества – медико-технического оснащения ЛПУ [5].

В дальнейшем мы будем говорить о техническом качестве МУ и специальной организационной структуре, обеспечивающей и контролирующей эффективность применения технических средств в ЛПУ – системе технического качества МУ [6].

Современная методология обеспечения качества исходит из постулата о том, что обеспечить качество можно лишь в рамках системы качества (СК), построенной и поддерживаемой на основе четких принципов и системно обусловленных ими процедур. Для многих отраслей указанная методология проработана и уже воплощена в нормативные документы, из которых базовыми служат стандарты серии 9000 Международной организации по стандартизации (ISO).

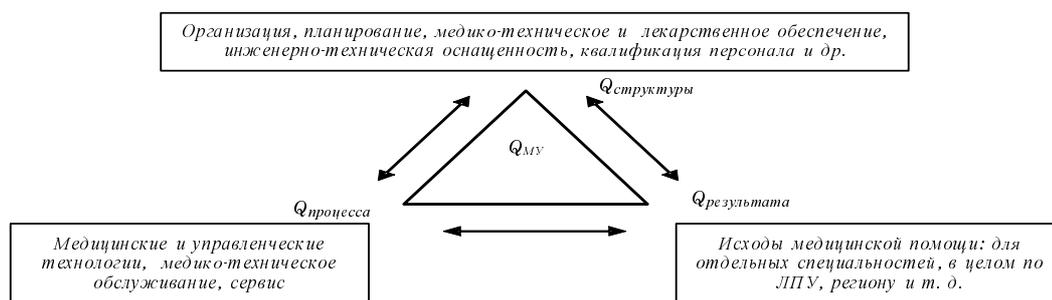


Рис. 1. «Треугольник качества» медицинской услуги



Рис. 2. Структурная схема системы дуального управления ТК МУ в ЛПУ

В области здравоохранения системная методология обеспечения технического качества (ТК) МУ не разработана, в то время как отдельные аспекты проблемы исследованы и представлены в ряде публикаций [7–14].

Целью работы является формирование методологических принципов создания и поддержания системы ТК МУ как одной из важнейших подсистем общего управления ЛПУ.

Основные принципы создания системы технического качества медицинских услуг

В работе [6] предложена модель системы дуального управления ТК МУ в ЛПУ, где в обобщенном виде представлены два канала управления – функционированием и развитием системы, призванные оптимизировать систему контроля качества и управления качеством МТО учреждений здравоохранения (рис. 2).

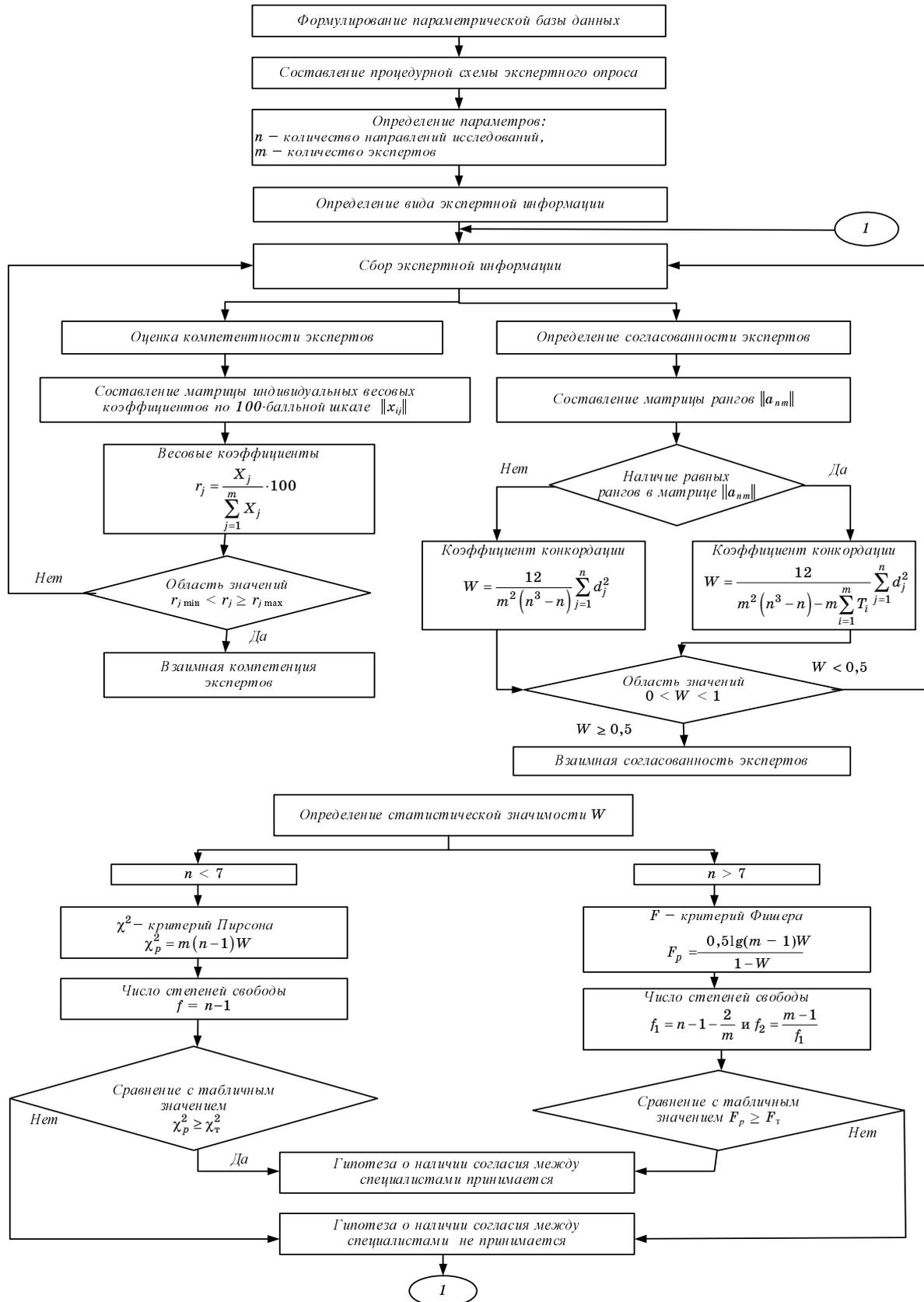
Критерии эффективности функционирования системы ТК МУ, включающие в себя такие поня-

тия как адекватность, научно-технический уровень (НТУ), экономичность и эффективность, входящие в обобщенную модель ТК МУ, рассмотрены в работах [10, 11]. Модель системы ТК МУ в ЛПУ представляет собой формализованное описание системы как объекта управления в виде кортежа $\langle Y, U, F \rangle$, где Y, U, F – соответственно векторы технических и эксплуатационных характеристик МТ, управляющих воздействий (оргтехмероприятий) и оценок результатов МУ.

Информационной основой построения модели системы ТК МУ являются экспертные оценки влияния организационно-технических мероприятий (управляющих воздействий U_j) на результаты МУ (критерии управления F_i).

На рис. 3 представлен алгоритм экспертного опроса, целью которого является определение весовых коэффициентов значимости параметров медицинских изделий (МИ), необходимых для построения модели.

Критерии эффективности развития системы ТК МУ рассмотрим на основе предлагаемого в данной



■ Рис. 3. Алгоритм экспертного опроса

работе метода оценки передового НТУ МИ в конечномерном пространстве их оценочных характеристик.

Информационной базой проводимых исследований являются результаты мониторинга МИ (включающих в себя медицинскую технику и изделия медицинского назначения), проводимого в настоящее время в Северо-Западном регионе РФ (в рамках Федеральной автоматизированной информационной системы мониторинга – АИС «Мониторинг МИ»), что позволяет объединить задачи анализа и оценки МТО ЛПУ [15].

Под НТУ МИ будем понимать совокупность медико-технических, технико-экономических показателей и потребительских свойств, отражающих степень использования последних достижений науки и техники при разработке, производстве, эксплуатации и техническом обслуживании МИ.

Основной подход к решению задач анализа и оценки НТУ МИ состоит, во-первых, в выборе эталонной системы параметров рассматриваемого класса МИ; во-вторых, установлении степени соответствия параметров оцениваемой МИ эталонной системе, в-третьих, определении интегрального показателя, характеризующего НТУ МИ и, в-четвертых, ранжировании МИ по их НТУ [8]. Модификацией предлагаемого метода может явиться комплексная оценка НТУ МИ с помощью обобщенной функции желательности Харрингтона [16].

Эталонная система параметров представляет собой информационную модель (информационный образ) структуры свойств МИ. Модель содержит медико-технические, технико-экономические показатели и потребительские свойства, их удельные веса в целевом назначении рассматриваемого класса МИ, а также прогнозные значения параметров, в совокупности образующие идеальный или перспективный эталон-образец. Различают два направления в оценке НТУ: во-первых, квалиметрическое, которое характеризуется построением системы параметров (отражающих потребительскую или эксплуатационную ценность МИ), варьированием соотношениями значений этих параметров, а также их удельными весами с целью отыскания интегрального показателя качества МИ, и, во-вторых, классификационно-статистическое, основанное на использовании различных методов многомерной статистической обработки значений параметров МИ.

В предлагаемой системе реализованы как квалиметрический, так и классификационно-статистический подход к построению перспективной эталонной системы параметров МИ. Это дает возможность осуществлять взаимную вариацию получаемых результатов, адаптировать метод анализа к особенностям параметрической структуры и величине выборки объекта МИ.

Эталонная система параметров МИ может быть представлена в виде модели

$$\Omega = \Omega(W_i, \omega_i), (i = \overline{1, n}),$$

где W_i – коэффициенты относительной важности i -го параметра; ω_i – эталонная величина i -го параметра; n – число рассматриваемых параметров.

Модель можно представить в виде дерева свойств класса МИ, в котором i -е параметры отображаются висячими вершинами. Невисячие вершины дерева представляют собой совокупные свойства, описываемые несколькими более элементарными свойствами или параметрами.

Алгоритм экспертного опроса (см. рис. 3) основан на расчете коэффициента конкордации и определении его статистической значимости.

Коэффициенты относительной важности нормируются к единице по сумме в вершинах с одинаковым эксцентриситетом

$$\sum_{J=1}^{N_l} W_{J_l} = 1, (J_l = \overline{1, N_l}),$$

где W_{J_l} – коэффициент относительной важности J -й вершины с относительным эксцентриситетом l ; N_l – число вершин дерева свойств с одинаковым эксцентриситетом.

Эталонные величины ω_i назначаются лишь для висячих вершин (i -х параметров). При назначении ω_i учитывается характер изменения параметра (уменьшение, увеличение, неизменчивость), пределы изменения, а по возможности, и существующие зависимости между i -ми параметрами.

Для измерения НТУ конкретных МИ в своем классе множество значений их параметров $\{q_i\}$ сопоставляется поэлементно с соответствующим множеством (ω_i), а относительные оценки объединяются, с учетом коэффициентов относительной важности, в интегральный показатель оценки НТУ данного МИ.

Методики обработки экспертной информации

Одним из источников информации о НТУ МИ, а также о значениях различных показателей, используемых при моделировании НТУ развития МИ, являются эксперты [10, 13]. В процессе выполнения данной работы рассматривались расчеты экспертных оценок предпочтения в шкалах порядка и расчеты экспертных оценок в балльных шкалах.

Надо отметить, что вторая методика, в которой реализуется обработка экспертных мнений о парных предпочтениях совокупности характеристик объекта, также имеет свои преимущества. Методика представляет собой одну из разновидностей способа априорного ранжирования, хорошо известного в планировании эксперимента [17].

При использовании этой методики для оценки коэффициентов относительной важности W_i применяются известный закон К. Ципфа и его модификации, в том числе модификация Б. Манделброта [18].

■ Таблица 1

Признак	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	5-я группа
Разность δ_i i -го параметра q_i лучшего $q_{ил}$ и худшего q_{ix} объектов: $\delta_i = q_{ил} - q_{ix}$	$\delta_i > 0$	$\delta_i < 0$	$\delta_i > 0$	$\delta_i < 0$	q_i имеет определенное значение
Изменение интегрального показателя Q с увеличением величины параметра q_i	Увеличивается	Уменьшается	Увеличивается	Уменьшается	Уменьшается
Вид ограничений на величину параметра q_i	Не накладываются	Не накладываются	Ограничивается минимально допустимым значением $q_{идоп. мин}$	Ограничивается максимально допустимым значением $q_{идоп. макс}$	Ограничивается верхним и нижним допусками $q_{ином} + \Delta q_{идоп}$ $q_{ином} - \Delta q_{идоп}$
Примеры параметров групп МИ	Мощность излучения, глубина зондирования и т. п.	Габариты, стоимость технического обслуживания и т. п.	Ресурс, температурный диапазон и т. п.	Погрешность, нелинейность измерения и т. п.	Напряжение питания, частота возбуждения и т. п.

При использовании закона Б. Манделброта веса параметров определяются по формуле

$$W_i = \frac{A(n, m)}{m} \text{ либо } W_i = \frac{A(n, m, v)}{(1+v)^m},$$

где $A(n, m)$, $A(n, m, v)$, v , m – константы при числе характеристик объекта, равно n .

Величина m определяется в процессе аппроксимации гиперболического распределения, она не изменяется для рассматриваемой совокупности оценок признаков исследуемого объекта.

При анализе экспертных мнений по данной методике пересчеты осуществляются вначале на первом уровне при корне дерева, затем – на втором в каждом поддереве, далее – на третьем и т. д. до последнего. Окончательные оценки признаков получаются путем перемножения оценок от корня до всех вершин с нулевой степенью

$$W_i = \prod_{l=1}^p W_{il},$$

где $l = 1, p$ – уровни дерева свойств. Очевидно, что

$$\text{при этом } \sum_{i=1}^n W_i = 1.$$

Метод операционно-квалиметрической оценки НТУ МИ

Предлагаемый операционно-квалиметрический метод оценки НТУ МИ позволяет определить:

- ранг единичного показателя в зависимости от степени его влияния на качество МИ;
- оптимальное количество единичных показателей, необходимое и достаточное для оценки уровня качества МИ определенного класса.

Все характеристики (параметры) объектов разделяются на пять групп, каждая из которых определяется, во-первых, знаком разности δ_i i -го параметра q_i лучшего $q_{ил}$ и худшего q_{ix} объектов: $\delta_i = q_{ил} - q_{ix}$, во-вторых, эластичностью этого параметра по интегральному показателю НТУ Q , в-третьих, ограничениями или предельно допустимыми значениями рассматриваемого i -го параметра (табл. 1).

Параметры первых двух групп являются не критическими к изменению их величины. Три последующие группы представляют собой группы критических параметров. Каждая группа параметров различным образом влияет на интегральный показатель Q , поэтому обработка параметров различных групп выполняется по-разному. Исходные параметры определяются экспертным опросом. Процедура оценки НТУ разбивается на два этапа: первый – сбор экспертных мнений и определение показателей для расчета; второй – расчет НТУ МИ. При опросе эксперт заполняет анкету (табл. 2) [19].

После опроса экспертов определяются необходимые для расчетов оценок НТУ МИ показатели, в том числе:

N – общее число параметров (характеристик) оцениваемого объекта;

L – первоначальное число опрошенных экспертов;

F – число параметров 3-й и 4-й групп;

G – число параметров 5-й группы;

q_i – значения i -х параметров оцениваемого эталонного (базового) изделия;

$\Delta q_{идоп}$ и Δq_i – соответственно, величины устанавливаемого допуска;

$q_{идоп. макс}$ и $q_{идоп. мин}$ – предельные допустимые (максимальные и минимальные) значения параметров 3-й и 4-й групп;

■ Таблица 2

Номер группы	Номер параметра	Наименование параметра	Номер параметра					Число предпочтений
			1	2	...	<i>i</i>	<i>n</i>	
	1							
	2							
	...							
	<i>n</i>							

$\delta_i = q_{il} - q_{ix}$ – величина, характеризующая влияние *i*-го параметра на интегральный показатель *Q*;

P_{ij} – число предпочтений, отданных *i*-му показателю *j*-м экспертом;

$D_{кр}$ – величина порогового значения критерия Диксона, используемого для оценки аномальных мнений экспертов.

Интегральный показатель *Q* может изменяться от 0 до 1. Очевидно, что для эталонного образца МИ интегральный показатель $Q = 1$. Поэтому по значению *Q* можно судить о НТУ оцениваемого объекта МИ.

В такой наукоемкой области как МИ, где довольно трудно прогнозировать НТУ ее развития, целесообразно использовать в качестве эталона несколько вариантов, рассчитанных с помощью других методов определения НТУ, например метода таксономии и факторного анализа.

На рис. 4. представлена схема обобщенного алгоритма расчета НТУ МИ.

Сценарий анализа НТУ однородных МИ

При исследовании параметрических данных МИ возникают следующие задачи:

- формирование параметрических рядов рассматриваемых образцов МИ;
- выявление закономерностей в динамике параметров МИ в каждой группе;
- оценка НТУ МИ (в том числе в динамике, стабильность и сменяемость лидирующих образцов МИ);
- прогнозирование значений комплекса параметров в подклассах (группах) МИ;
- оценка оптимальных соотношений параметров, формирование параметрического образа перспективного образца МИ.

Указанные задачи взаимосвязаны более высокой по уровню иерархии задачей сопоставительного анализа развития соответствующего класса отечественной и зарубежной МИ и нередко решаются одновременно.

Сценарий прогнозно-аналитического исследования параметров МИ должен обеспечивать следующие возможности:

1) группировку содержащихся в базе данных МИ по важнейшим параметрам в каждом временном интервале;

2) автоматизированное формирование временных рядов из однородных групп МИ;

3) ранжирование МИ по их техническому уровню;

4) оценку статистических связей между параметрами и общих факторов, обуславливающих изменчивость параметров в представительных группах рассматриваемых МИ;

5) определение на основе этих факторов относительной важности каждого параметра;

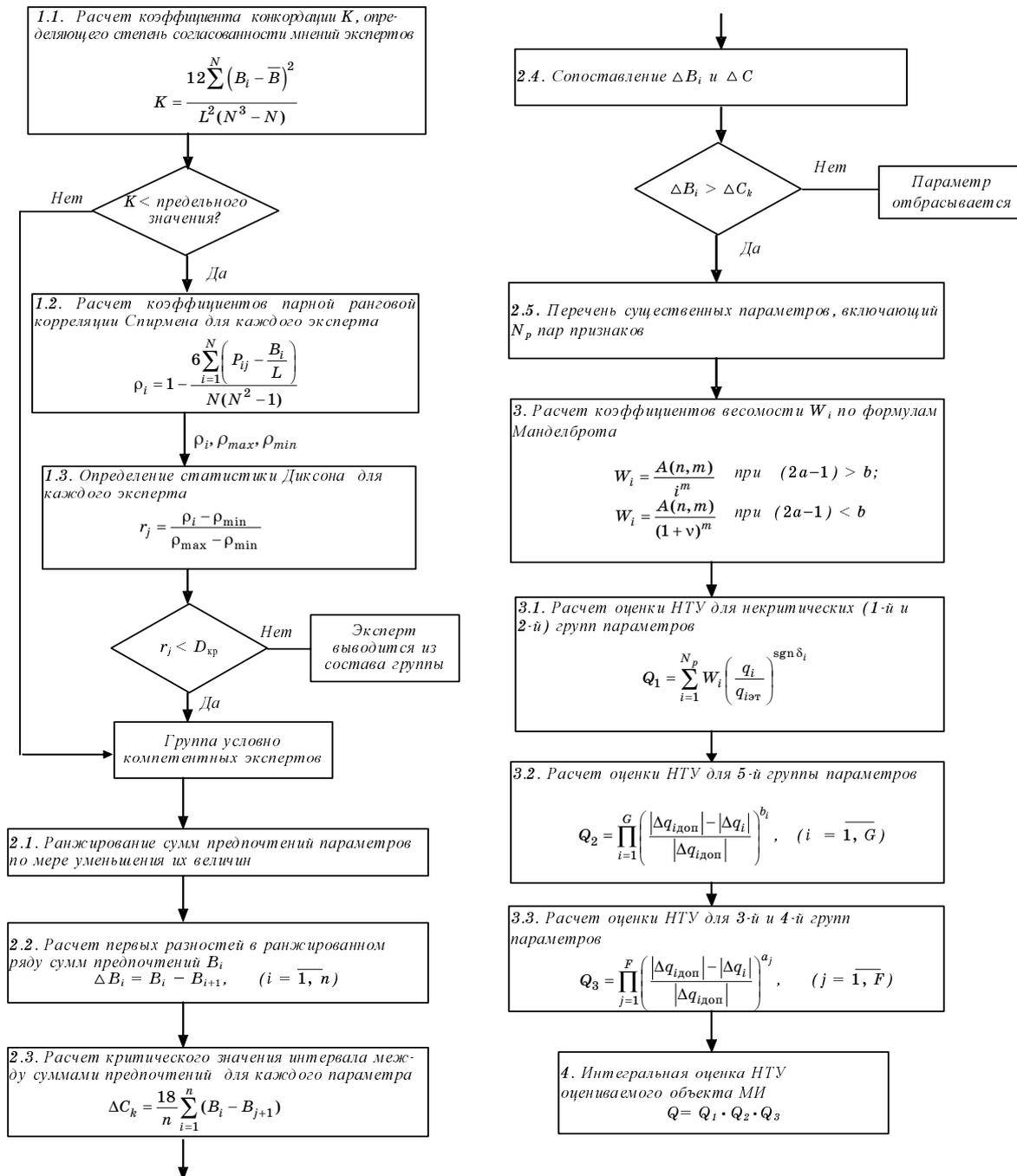
6) приведение к оптимальным соотношениям параметров МИ и построение системы информационных образцов МИ, которая могла бы использоваться при разработке заданий на НИОКР.

Сценарий должен управляться в процессе диалога с пользователем.

В соответствии с изложенными требованиями следует сформулировать и цели разработки сценария.

Исходной целью такой разработки является создание программного продукта, автоматизирующего процессы решения задач прогнозно-аналитического исследования большого массива параметрических данных МИ, имеющих временную координату. Исходная цель расчленяется на подцели, которые полагают при реализации сценария получение следующих результатов:

- а) выбор наиболее существенных параметров МИ;
- б) машинную классификацию МИ по отобранным параметрам в каждом временном интервале (процесс машинной классификации часто называется таксономией, а выделенные таким образом классы или группы – таксонами);
- в) формирование временных рядов;
- г) ранжирование МИ по техническому уровню в таксонах, имеющих малую представительность (до 25 изделий в таксоне);
- д) оценку статистических связей параметров МИ во временном ряду таксонов с достаточной представительностью (свыше 25 изделий в таксоне одного временного интервала);
- е) факторные конфигурации параметров МИ для оценки влияния общих факторов на изменчивость параметров в представительных таксонах;
- ж) оценку наиболее информативных параметров МИ в таксоне;



■ Рис. 4. Схема алгоритма расчета интегральной оценки НТУ МИ

з) динамические факторно-регрессионные зависимости между параметрами МИ представительных таксонов по отношению к главному из них (в качестве которого при неполном знании объекта целесообразно принять один из наиболее информативных);

к) ранжирование МИ представительных таксонов по техническому уровню.

Сценарий реализуется в виде процесса, состоящего из следующих последовательных этапов:

- 1) подготовка анкет для экспертов;
- 2) опрос экспертов (заполнение анкет);
- 3) ввод данных экспертного опроса и информации об экспертах;
- 4) ранжирование параметров МИ и составление перечня (списка) важнейших параметров;

5) запрос в базу данных «Выбрать данные по перечню параметров (отобранных в п. 4) МИ i -го года»;

6) представление извлеченных из базы данных на таксономию;

7) таксономия, вывод результатов в виде системы классификаций для рассматриваемого года;

8) просмотр классификаций администратором (или экспертами) и выбор классификации; если удовлетворительной классификации не получено, – к п. 2;

9) запоминание выбранной классификации i -го года. Проверка того, последний ли i -й год; если да, – к п. 11;

10) запрос в базу данных «Выбрать данные по перечню параметров (отобранных в п. 4) объектов для $(i + 1)$ -го года – к п. 6»;

11) формирование (отбор) массива центров таксонов в выбранных классификациях по всем годам;

12) автоматическая классификация центров таксонов; вывод результатов в виде классификаций с упорядочением во времени;

13) просмотр классификаций администратором; неформальный выбор рациональной классификации;

14) вывод временных рядов таксонов для неформального анализа; анализ полученных рядов – к пп. 15 и 22;

15) отбор временных рядов непредставительных (до 25 точек) таксонов (по среднему числу точек в одном году) для оценки НТУ МИ;

16) ранжирование точек по НТУ в отобранном j -м временном ряду таксонов на таксоне i -го года;

17) проверка того, последний ли i -й год; если да, – к п. 19;

18) ранжирование точек по НТУ в отобранном j -м временном ряду таксонов на таксоне $(i + 1)$ -го года – к п. 17;

19) вывод результатов ранжирования МИ по НТУ j -го таксона по годам для неформального анализа; отбор лучших МИ;

20) проверка, является ли j -й ряд последним в числе отобранных в п. 15; если нет, – к п. 16;

21) печать параметров лучших МИ (с указанием времени) для рассмотренных рядов таксонов;

22) отбор временных рядов представительных (свыше 25 точек) таксонов (по среднему числу точек в одном году) для оценки НТУ;

23) расчет значений коэффициентов корреляции в k -м ряду представительных таксонов на таксоне i -го года; формирование графа связей;

24) проверка того, последний ли i -й год; если да, – к п. 26;

25) расчет значений коэффициентов корреляции в k -м ряду таксонов на таксоне $(i + 1)$ -го года; формирование графа связей;

26) вывод графов связей для неформального анализа – к пп. 27 и 29;

27) формирование общей выборки для k -го временного ряда таксона; сортировка данных (устранение дублирующих данных);

28) ранжирование параметров в k -м временном ряду таксонов; определение главного параметра;

29) получение системы параметрических регрессионных уравнений факторного анализа для k -го временного ряда таксонов;

30) расчет показателей рассеяния параметров МИ 5-й группы для k -го ряда таксонов;

31) расчет оптимальных соотношений параметров в перспективном образце МИ;

32) расчет относительных показателей для параметров названного пользователем образца МИ (например, типового) для k -го временного ряда и интегральной оценки НТУ;

33) проверка, является ли k -й временной ряд последним в числе отобранных в п. 22; если нет, – к п. 23;

34) подготовка выводов о характере и тенденциях развития рассматриваемого класса МИ.

В настоящее время на основе предложенного сценария разрабатывается программное обеспечение данного метода.

Заключение

В решении Коллегии МЗ РФ от 21 марта 2001 г. «О ходе реализации Концепции развития здравоохранения и медицинской науки, задачах на 2001–2005 годы и на период до 2010 года» в разделе «Повышение структурной эффективности системы здравоохранения» указывалось на необходимость «разработки правил оснащения государственных и муниципальных медицинских организаций оборудованием, его применения и обновления, предусмотрев ранжирование медицинского оборудования по классам, стандартизацию фондооснащенности медицинским оборудованием различных типов медицинских технологий...» [1].

Практически во всех документах, посвященных данной проблеме, на разных уровнях отмечается актуальность и обязательность решения следующих задач:

1) стандартизации медицинских технологий и разработки протоколов ведения больных; 2) разработки нормативов оснащенности медицинских учреждений; 3) приведения оснащения в соответствие с требованиями нормативов; 4) внедрения формулярной системы, разработки норм обеспечения медицинской техникой, медикаментами и расходными материалами.

Однако до настоящего времени ни в Минздравсоцразвития РФ, ни в других государственных органах нет единого мнения о методах и системных принципах решения проблемы качества технической оснащенности ЛПУ.

В работе предложена методология оптимизации МТО учреждений здравоохранения, в основу которой положены системные принципы оценки и прогнозирования НТУ МИ. На базе этих принципов и предполагается формирование типовых таблиц технического оснащения различных ЛПУ, гарантирующих высокое техническое качество предоставляемых медицинских услуг.

Литература

1. **Юрьев А. С.** Некоторые аспекты обеспечения современных медицинских технологий медицинскими изделиями // Медицинские изделия для здравоохранения России – 2003: Материалы II Всерос. форума. Москва, 16–17 апреля 2003 г. С. 15–16.
2. Решение Коллегии МЗ РФ от 21 марта 2001 г. «О ходе реализации Концепции развития здравоохранения и медицинской науки, задачах на 2001–2005 годы и на период до 2010 года» / Минздрав РФ. М., 2001. 36 с.
3. **Вуори Х. В.** Обеспечение качества медицинского обслуживания / Европейское бюро ВОЗ. Копенгаген, 1985. 380 с.
4. **Миронов А. А.** Стандарты медицинского обслуживания и оценка его качества. М.: Наука, 1994. 214 с.
5. **Ворогушин В. А., Пахарьков Г. Н.** Медико-технические аспекты создания системы обеспечения качества медицинских услуг // Физика и радиоэлектроника в медицине и биотехнологии «ФРЭМБ-98»: Материалы III Междунар. науч.-техн. конф. Владимир, 17–19 июня 1998 г. / Под ред. Л. Т. Сушковой; Ин-т оценки Земли. Гаврилов Посад, 1998. С. 349–353.
6. **Пахарьков Г. Н.** Биотехническая система контроля качества медико-технического оснащения учреждений здравоохранения // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. 2004. № 1. С. 3–10.
7. **Грановский В. А., Пахарьков Г. Н.** Модель жизненного цикла медицинских услуг на основе требований Международного стандарта ИСО 9004.2 // Диагностика, информатика, метрология, экология и безопасность (ДИМЭБ-97): Тез. докл. науч.-техн. конф. СПб., 1997. С. 47–50.
8. **Пахарьков Г. Н., Марек Р., Стожаров В. В.** Система оценки качества медико-технического обеспечения медицинских услуг // Проблемы городского здравоохранения: Сб. науч. тр. / СПбГМУ. СПб., 1999. Вып. 4. С. 304–308.
9. **Эль Маула Ш. Х.** Автоматизированная система качества медико-технического обеспечения медицинской помощи в лечебно-профилактическом учреждении: Дис. ... канд. техн. наук / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2000. 148 с.
10. **Пахарьков Г. Н.** Системные проблемы оценки технического качества медицинских услуг // Вестник Северо-Западного регионального отделения Академии медико-технических наук. СПб.: ООО «Агентство «РДК-принт». 2001. № 5. С. 90–105.
11. **Пахарьков Г. Н., Попечителей Е. П., Марек Р.** Автоматизированные системы качества медико-технического обеспечения здравоохранения // Биотехнические системы в биологии и медицине / Под общ. ред. Е. П. Попечителя. СПб.: Политехника, 2002. С. 182–191.
12. **Пахарьков Г. Н., Марек Р.** Методология оценки качества медико-технического оснащения учреждений здравоохранения / Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. 2003. № 1. С. 12–15.
13. **Пахарьков Г. Н., Попечителей Е. П.** Принципы и методы обеспечения качества медико-технического оснащения здравоохранения: Учеб. пособие / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2003. 120 с.
14. **Пахарьков Г. Н., Попечителей Е. П.** К вопросу об оценке технического качества медицинской услуги в санаторно-курортных учреждениях // Курорты, экология и образование: Сб. тр. X юбилейной Междунар. науч.-практ. конф. 19–20 апреля 2001 г. СПб.: Геликон Плюс, 2001. С. 54–66.
15. **Леонов Б. И., Зинченко В. Я.** Общероссийская система мониторинга медицинских изделий в ЛПУ – информационная основа концепции реализации современных медицинских технологий // Медицинские изделия для здравоохранения России – 2003. Материалы II Всерос. форума. Москва, 16–17 апреля 2003 г. С. 17–18.
16. **Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.
17. **Райхман Э. И., Азгальдов Г. Г.** Экспертные методы в оценке качества товаров. М.: Экономика, 1974. 151 с.
18. **Хартман К.** и др. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.: Мир, 1977. 147 с.
19. **Пахарьков Г. Н.** Система операционно-квалиметрического анализа научно-технического уровня медицинской техники // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Сер. Биотехнические системы в медицине и экологии. 2005. № 1. С. 3–9.