

**Т.Г. МАЩЕНКО**, канд. техн. наук, проф.,  
**Т.А. ШМАТОК**, студентка, НТУ «ХПИ»

## **СИНТЕЗ ОБОБЩЕННЫХ ОЦЕНОК СОСТОЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ БЛОКОВ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

В статті наведено аргументи необхідності впровадження нових методів синтезу узагальнених оцінок стану інформаційного блоку, що формується на первинних інформаційних показниках. Наведені різні методи отримання вагових коефіцієнтів для аналізу біологічних систем. Представлена загальна схема синтезу вагових коефіцієнтів та функції стану серцево-судинної системи.

The arguments of necessity to adopt new methods of synthesis the generic assessment of state of information block, which was formed on the primary information indices were drawn in the article. The different methods of the acquisition the weighting coefficients were drawn for the analyzing biologic system. The general scheme of synthesis of the weighting coefficients and function of state of cardiovascular system was presented.

**Постановка проблеми.** Современные технические возможности обеспечили создание большого числа различных методов получения и обработки массивов данных, полученных при исследовании биологических систем. Однако все еще остается актуальным вопрос обработки показателей системы, которую характеризуют несколько параметров. Поэтому разработка процедуры свертки многопараметрического пространства в обобщенную оценку состояния и степени нарушения системы с медицинской и технической точки зрения является целесообразной.

**Анализ литературы.** В работе [1] изложена методика исследования сердечно-сосудистой системы, в частности описано математическое обеспечение для научных исследований. В [2] приведены основные современные методы обработки и систематизации первичных данных. В работе [3] приведены параметры основных показателей состояния сердечно-сосудистой системы.

**Цель статьи** заключается в получении обобщающей оценки состояния сердечно-сосудистой системы, исходя из соотношений диапазона нормы и полного диапазона изменений первичных показателей.

Синтез обобщенных оценок состояния связан с необходимостью количественно оценить состояние функционирования разных отделов исследуемой системы, и самой системы в целом. Оценить состояние функционирования можно отдельно по каждому показателю, синтезируя в конечном итоге вывод. При этом учитывается степень нарушения по каждому показателю, но отсутствует количественное выражение общего нарушения в

системе в целом. Обратим внимание также на сложность постановки диагноза в многопараметрическом пространстве. Для получения таких оценок используют методы иерархической свертки. Он предусматривает синтез обобщенных оценок состояния информационных блоков разного уровня иерархии и исследуемой системы в виде линейно выраженных сумм. Синтезируя обобщенные оценки состояния отдельных составляющих и системы в целом, необходимо придерживаться следующих правил:

- Количественное выражение (представление) любой оценочной функции любого блока должно находиться в интервале от нуля до единицы;
- Все оценочные функции необходимо сравнить между собой по своим количественным значениям;
- Вербальная трактовка состояния выделенных блоков и системы в целом внутри интервала  $[0,1]$  должна базироваться на единой количественной классификационной шкале.

Обобщенная оценка состояния информационного блока ( $\delta$ ), которая формируется на информационных показателях, определяется по формуле

$$\delta = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i, \quad (1)$$

где  $\alpha_i$  - весовые коэффициенты показателей;  $x_i$  - информационные показатели;  $n$  - число информационных показателей.

Обобщенная оценка состояния информационного блока ( $\Delta$ ) следующего уровня иерархии формируется как линейно взвешенная сумма оценок  $\delta$  :

$$\Delta = \sum_{j=1}^m \beta_j \delta_j, \quad (2)$$

где  $\beta_j$  - весовые коэффициенты информационных блоков ( $\delta$ ) нижнего уровня иерархии, на которых формируется оценка  $\Delta$ ;  $m$  - число информационных блоков, которые формируют оценку  $\Delta$ .

Такое восхождение по уровням иерархии происходит до получения оценки состояния системы в целом. По первому правилу синтеза обобщенных оценок состояния значения всех оценок должны находиться в интервале  $[0-1]$ .

Для этого необходимо нормировать весовые коэффициенты, которые входят в каждое выражение (1), (2), таким образом, чтобы сумма весов по всех координатам в каждом выражении была равна единице. Если веса координат определяются в произвольной шкале, то нормирование каждого веса обеспечивается делением данного произвольного веса на сумму

произвольных весов по всех координатах.

При таком конструировании иерархической системы оценок достигаются позитивные результаты:

- значение всех информационных показателей и обобщенных оценок дают информационную картину отклонения от нормы каждого информационного показателя, каждого информационного блока любого уровня иерархии;
- разница между значениями обобщенных оценок дает возможность судить о расхождении в состоянии разных блоков между собой.

Задание выбора весовых коэффициентов не является однозначным. Веса могут определяться экспертным путем или чисто формальным методом, например, соответственно относительной частоте нарушений по каждому признаку в экспериментальном массиве, полученном в результате обследования достаточного большого контингента пациентов. Последний метод в значительной степени зависит от объема массива данных наблюдений. Рассмотрим некоторые алгоритмы определения весовых коэффициентов для линейно-взвешенных сумм типа (1) [1].

**Метод определения весовых коэффициентов по соотношению диапазона нормы и полного диапазона изменения натуральных показателей.** Согласно этому методу прежде всего для каждого показателя рассчитываем такой коэффициент:

$$K = \frac{x_{\max}^H - x_{\min}^H}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3)$$

где  $x_{\min}$  и  $x_{\max}$  - границы изменения показателя, а  $x_{\min}^H$  и  $x_{\max}^H$  - границы изменения нормы.

Дальше будем считать, что, во-первых,  $\alpha_i = f(K_i)$ , а во-вторых, показатель, у которого коэффициент  $K$  больше, будет иметь и больший весовой коэффициент  $\alpha$ . Таким образом, ненормированный весовой коэффициент равен коэффициенту  $K$ . Нормирование весовых коэффициентов осуществляется по формуле

$$\alpha_i = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad (4)$$

где  $n$  – число показателей, которые входят в обобщенную оценку  $\delta$  (1).

**Метод определения весовых коэффициентов по величине диапазона**  $x_{\min}^H - x_{\min}$  используют тогда, когда используют не абсолютные значения показателей, а показатели, выраженные в балах или процентах. В таких случаях очень часто  $x_{\min} = 0$  и фиксируется только нижняя граница нормы  $x_{\min}^H$ . Значит, для определения весовых коэффициентов можно воспользоваться величинами диапазонов  $x_{\min}^H - x_{\min}$ . Однако, если  $x_{\min} = 0$ , то нормированный весовой коэффициент определяется по формуле

$$\alpha_i = \frac{x_{i \min}^H}{\sum_{i=1}^n x_{i \min}^H}, \quad (5)$$

где  $n$  – число показателей, которые входят в обобщенную оценку  $\delta$  (1).

Такое определение весового коэффициента априори предполагает больший вес того показателя, у которого больше значение  $x_{\min}^H$ .

**Метод определения весовых коэффициентов, который учитывает вариабельность показателей, формирующих обобщенную оценку состояния.** По этому методу нормированный весовой коэффициент определяется по формуле

$$\alpha_i = \frac{x_{i \max} / x_{i \min}}{\sum_{i=1}^n x_{i \max} / x_{i \min}}, \quad (6)$$

где  $n$  – число показателей;  $x_{i \max}, x_{i \min}$  - соответственно минимальное и максимальное значение  $i$ -того показателя, который встречается в первичном информационном массиве данных. В этом случае величина весового коэффициента зависит от полноты первичного массива данных.

**Метод определения весовых коэффициентов по степени корреляционной связи показателей, формирующих обобщенную оценку, с системной функцией исследуемой системы.** Системная функция в данном случае – это выходная функция системы, динамика которой характеризует состояние системы. Этот метод определения весовых коэффициентов целесообразно использовать, когда решается задача, например, поиска влияния совокупности показателей ( $x_i$ ) на величину системной функции ( $y$ ). Согласно с этим нормированные весовые коэффициенты ( $\alpha_i$ ) обобщенной

оценки (1) определяются по формуле

$$\alpha_i = \frac{r_{x_i y}}{\sum_{i=1}^n r_{x_i y}} \quad (7)$$

где  $r_{x_i y}$  - коэффициент парной корреляции между  $i$ -м показателем и системной функцией [2]

Рассмотрим определение весовых коэффициентов для обобщенной оценки состояния сердечно-сосудистой системы. Состояние этой системы характеризуется показателями: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД). ЧСС характеризует насосную функцию сердца, а ДАД и САД – преимущественно состояние сосудов. Параметры показателей сердечно-сосудистой системы приведены в таблице 1 [3]

Таблица 1 – Параметры показателей сердечно-сосудистой системы

ЧСС <sub>max</sub> = 290 уд/мин;	ЧСС <sub>min</sub> = 12 уд/мин
ЧСС <sub>max</sub> <sup>H</sup> = 85 уд/мин	ЧСС <sub>min</sub> <sup>H</sup> = 55 уд/мин
САД <sub>max</sub> = 292 уд/мин	САД <sub>min</sub> = 51 уд/мин
САД <sub>max</sub> <sup>H</sup> = 140 уд/мин	САД <sub>min</sub> <sup>H</sup> = 90 уд/мин
ДАД <sub>max</sub> = 170 уд/мин	ДАД <sub>min</sub> = 30 мм рт.ст.
ДАД <sub>max</sub> <sup>H</sup> = 80 мм рт.ст.	ДАД <sub>min</sub> <sup>H</sup> = 50 мм рт.ст.

Обобщенная оценка состояния определяется по формуле:

$$\delta_{\text{чсс}} = \alpha_1 \text{ЧСС} + \alpha_2 \text{САД} + \alpha_3 \text{ДАД}$$

Ненормированные весовые коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  рассчитываем по формуле (3)

$$K_1 = \frac{\text{ЧСС}_{\text{max}}^H - \text{ЧСС}_{\text{min}}^H}{\text{ЧСС}_{\text{max}} - \text{ЧСС}_{\text{min}}} = \frac{85 - 55}{290 - 12} = 0,108;$$

$$K_2 = \frac{\text{САД}_{\text{max}}^H - \text{САД}_{\text{min}}^H}{\text{САД}_{\text{max}} - \text{САД}_{\text{min}}} = \frac{140 - 90}{292 - 51} = 0,207;$$

$$K_3 = \frac{\text{ДАД}_{\text{max}}^H - \text{ДАД}_{\text{min}}^H}{\text{ДАД}_{\text{max}} - \text{ДАД}_{\text{min}}} = \frac{80 - 50}{170 - 30} = 0,214.$$

Нормированные весовые коэффициенты  $\alpha_1 \div \alpha_3$  рассчитываются по формуле (4)

$$\alpha_1 = \frac{0,108}{0,108 + 0,207 + 0,214} = \frac{0,108}{0,529} = 0,204;$$

$$\alpha_2 = \frac{0,207}{0,529} = 0,391;$$

$$\alpha_3 = \frac{0,214}{0,529} = 0,405.$$

Обобщенная оценка состояния сердечно-сосудистой системы имеет вид:

$$\delta_{ccc} = 0,204\text{ЧСС} + 0,391\text{САД} + 0,405\text{ДАД}$$

Эта оценка позволяет обобщить и упорядочить массив данных, полученный при исследовании сердечно-сосудистой системы. Данное выражение информационных показателей позволит упростить процедуру обработки многопараметрического поля данных.

Хотелось бы отметить, что иерархическая система обобщающих оценок состояния разных отделов системы, дает возможность получить новое информационное знание, что принципиально не определяется инструментальными методиками.

**Список литературы:** 1. *Петрова Л.В.* Специализированное математическое обеспечение для научных и клинических исследований сердечно-сосудистой системы //Кровообращение.- 1977, №4, с.9-14. 2. *Гриценко В.И., Котова А.Б. и др.* Информационные технологии в биологии и медицине. - К. «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2007. - 516с. 3. Руководство по кардиологии. Методы исследования сердечно-сосудистой системы/ Под ред. акад. *Е.И. Чазова.* - М.: Медицина, 1982.- 624с.

*Поступила в редколлегию 05.06.08*

**Р.П. МИГУЩЕНКО**, канд. техн. наук, **В.И. БАКУМ**,  
**О.Ю. КРОПАЧЕК**, канд. техн. наук, **Е.Е. ТВЕРИТНИКОВА**,  
**М.И. ОПРЫШКИНА** (г. Харьков)

## **СТЕНД ОТЛАДКИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ПРИБОРОВ**

В статті розглянуті питання проектування вимірювальних пристроїв, систем контролю і діагностики, систем регулювання для різноманітних виробничих процесів з використанням стенду відладки мікроконтролерів оснований на послідовному опрацюванні стандартних алгоритмів

In clause questions of designing of measuring devices, monitoring systems and diagnostics, systems of regulation and management for various productions with use of the stand of debugging of microcontrollers of the standard algorithms based on consecutive working off are considered

**Постановка проблемы.** Проектирование измерительных устройств, систем контроля и диагностики, систем регулирования и управления для различных производственных процессов основано на последовательной отработке ряда алгоритмов. Как правило, последовательность указанных алгоритмов следующая:

1. Ознакомление с наблюдаемым объектом и изучение технического задания,
2. Разработка структурной схемы устройства,
3. Отработка расчетных и схмотехнических позиций отдельных блоков структурной схемы в виде принципиальных схем,
4. Составление общей принципиальной схемы,
5. Разработка печатных плат и конструкции,
6. Сборка, наладка, испытание.

Повсеместное внедрение микроконтроллеров (МК) в различные отрасли жизнедеятельности человека позволяет упростить указанные алгоритмы путем создания стандартной схмотехнической конструкции, на которую накладывается вариативное программное обеспечение.

В данной статье рассмотрены вопросы разработки и использования стенда отладки микропроцессорных приборов при проектировании измерительных устройств.

**Анализ литературы** показал, что в настоящее время уже разработано достаточно большое количество отладочных средств, позволяющих производить проектирование и отладку схмотехнических устройств содержащих МК [1-4], но постоянное расширение технических задач приводит к необходимости создания новых все более совершенных средств, обеспечивающих создание различных электронных устройств, в том числе и