

Т. Н. Сакович
(ГроГУ им. Я. Купалы, Гродно)
ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ
РИТМА СЕРДЦА С ПОМОЩЬЮ НЕПРЕРЫВНОГО
ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Метод анализа variability ритма сердца (BPC) основан на распознавании и измерении интервалов между R-зубцами (R-R интервалами) электрокардиограммы, построении динамических рядов кардиоинтервалов и последующем анализе полученных числовых рядов различными математическими методами. Одним из таких методов является исследование периодических составляющих (частотный метод). Этот метод в первую очередь подразумевает применение классического Фурье-анализа. Мы предлагаем применить более новый механизм исследования частотной составляющей R-R интервалов – непрерывное вейвлет-преобразование.

Будем считать, что равномерный временной ряд задан значениями $x_k = x(t_k)$, $t_k = \Delta t k$, $k = 0, 1, \dots, N-1$, где Δt – шаг выборки, N – число точек ряда.

Для оценки непрерывного вейвлет-преобразования определим выражение:

$$\hat{W}(a_i, b_j) = \frac{1}{n(a_i, b_j)} \sum_{k=0}^{N-1} x_k \psi^* \left(\frac{t_k - b_j}{a_i} \right), \quad (1)$$

где $n(a_i, b_j) = \sum_{k=0}^{N-1} \rho^{\frac{-1}{B} \left(\frac{t_k - b_j}{a_i} \right)^2}$, параметр B зависит от выбора анализирующего вейвлета. Эта функция вычисляется на дискретном множестве значений аргументов $a_i, b_j \in R$, $j = 0, \dots, N_a - 1$; $j = 0, \dots, N_b - 1$.

Существуют различные способы дискретизации параметров a и b .

Параметр a определяет размер вейвлета и называется масштабом. Его аналогом в Фурье-анализе является период. Параметр b задает временную локализацию и называется сдвигом. Он не имеет аналога в Фурье-преобразовании. В вейвлет-анализе эти два параметра рассматриваются как независимые переменные, что позволяет получить двумерную развертку (частота, координата) одномерного сигнала.

С помощью разработанного программного обеспечения в математическом пакете «Mathematica 5.0», оценка (1) применяется к анализу R-R интервалов. Строятся двумерные и трехмерные «вейвлет-портреты» исследуемого ряда, которые позволяют анализировать внутреннюю структуру, выявлять присутствие частотной неоднородности процесса, что классический анализ Фурье сделать не может.

Литература

1. Яковлев А. Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие / Новосибирск: НГТУ, 2003. – 104 с.
2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам / Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.