

# ОБНАРУЖЕНИЕ QRS-КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО СИГНАЛА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТНОШЕНИЙ СИГНАЛ-ШУМ

Задерихин А.К., Шульгин В.И., Антончик О.Н.

*Национальный аэрокосмический университет им Н.Е. Жуковского «ХАИ»,  
г. Харьков*

Работа посвящена разработке и исследованию новых методов обработки электрокардиографических сигналов (ЭКС), обеспечивающих повышение качества обнаружения и определения временного положения QRS-комплексов ЭКС в условиях низких отношении сигнал-шум. Задача характерна для абдоминальной электрокардиографии плода (ЭКГП), при которой регистрация ЭКГП в ходе беременности осуществляется с поверхности живота беременной женщины и сопровождается высоким уровнем артефактов и помех.

В работе предложен новый метод обнаружения и определения временного положения QRS-комплексов ЭКГ-сигнала в условиях низкого отношения сигнал-шум, основанный на использовании модели сердечного ритма и теории статистически оптимальных оценок. Идея заключается в том, что вместо обнаружения каждого QRS-комплекса ЭКГ по-отдельности, осуществляется обнаружение группы очередных QRS-комплексов, взаимное временное положение которых связано некоторой функциональной зависимостью. Принимая во внимание, что частота сердечных сокращений регулируется в основном симпатическим отделом автономной нервной системы, ЭКГ сигнал рассматривается как частотно-импульсно модулированная последовательность, модуляция которой осуществляется некоторой медленно изменяющейся непрерывной функцией. В результате параметризации модели задача сведена к оценке набора ее параметров методом максимума апостериорной вероятности.

Алгоритм детектирования был реализован в среде MATLAB. Проведено экспериментальное исследование двух вариантов алгоритма с использованием модельных ЭКГ сигналов. В первом случае шаг расчета параметров был выбран в один RR-интервал, во втором - в шесть RR-интервалов, что позволило существенно снизить вычислительные затраты. Разработанный алгоритм сравнивался со стандартным алгоритмом обнаружения из семейства алгоритмов Пана-Томпкинса [1]. Оценивалась вероятность ошибок в условиях белого шума и в условиях шума, спектральное распределение мощности которого соответствует шумам, наблюдаемым на реальных ЭКГ сигналах.

Проведенные исследования показали, что предложенный алгоритм обеспечивает значительно меньшую вероятность ошибок при одинаковом соотношении сигнал-шум, и более чем в два раза низкие пороговые отношения сигнал-шум при одинаковой вероятности ошибочных решений. Для обнаружения на фоне белого шума выигрыш еще более значителен.

## **Литература:**

1. W. J. Tompkins, "Quantitative investigation of QRS detection rules using the MIT/BIH arrhythmia database," / Hamilton P.S., Tompkins W.J. // IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 12, 1986, 1157–1165.