

УДК 621.396.969

АНАЛИЗ БИОРАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТ

<sup>1</sup>А.С. Бугаев, <sup>2</sup>Л.Н. Анищенко, <sup>2</sup>Е.В. Ушкова

<sup>1</sup>МФТИ (Государственный Университет), г. Долгопрудный МО

<sup>2</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

Биорадиолокация – это метод дистанционной оценки параметров дыхания и пульса человека, основанный на модуляции отраженного от поверхности человека радиолокационного сигнала в такт с дыханием и сердцебиением. Таким образом, регистрируемый биорадиолокационный сигнал представляет собой сумму сигналов дыхания и сердцебиения. В приложениях, связанных с медицинской диагностикой и психометрическими исследованиями возникает задача разделения реализаций процессов сердцебиения и дыхания. Трудность задачи связана с большим отличием амплитуд данных процессов. В литературе описаны алгоритмы разделения реализаций дыхания и сердцебиения при помощи частотных фильтров, а также режекторной цифровой фильтрации. Другим возможным методом решения данной задачи является применение алгоритма эмпирической модовой декомпозиции (ЭМД) для выделения нестационарного тренда дыхания с последующим вычитанием его из суммарного процесса для выделения процесса сердцебиения. Как показано в работе алгоритмы эмпирической модовой декомпозиции и режекторной фильтрации осуществляют достоверное выделение сигналов дыхания и пульса для доверительной вероятности  $p=0,95$ , при этом последний требует в 2 раза меньше времени на обработку экспериментальных данных, чем алгоритм эмпирической модовой декомпозиции. Поэтому алгоритм режекторной фильтрации был использован в дальнейшем при обработке результатов экспериментов.

Однако все вышеперечисленные алгоритмы крайне нестабильно осуществляют разделение реализаций дыхания и сердцебиения в случае, когда частоты дыхания и сердцебиения отличаются менее чем на 0,6 Гц или частота сердцебиения ниже 1 Гц (например, в случае спортивной брадикардии). В этом случае используемые в настоящий момент методы не позволяют выделить сигнал сердцебиения из биорадиолокационного сигнала с точностью 95% и более.

Для решения данной задачи в настоящей работе было предложено использовать анализ (метод) независимых компонент (Independent Component Analysis или ICA). ICA является математическим инструментом анализа данных, позволяющим интерпретировать данные, как комбинацию статистически независимых источников.

Для обработки сигналов с помощью анализа независимых компонент международной группой ученых была разработана программа ICALAB в среде MATLAB, которая содержит различные варианты алгоритмов ICA для обработки медико-биологических сигналов, в том числе ЭКГ, ЭЭГ, акустических и т.п.

Используя программу ICALAB была рассмотрена возможность разделения радиолокационного сигнала на две составляющие (сигнал дыхания и сигнал сердцебиения). В качестве независимых переменных были использованы модельные биорадиолокационные сигналы (рисунок 1). Результаты использования предложенного алгоритма приведены на рисунке 2.

Таким образом, подтверждено предположение о том, что даже в случае близкого расположения частот дыхания и сердцебиения (например, при спортивной брадикардии) данный алгоритм позволяет разделять биорадиолокационный сигнал на составляющие дыхания и сердцебиения. В дальнейшем предполагается опробовать данный алгоритм на экспериментальных данных.



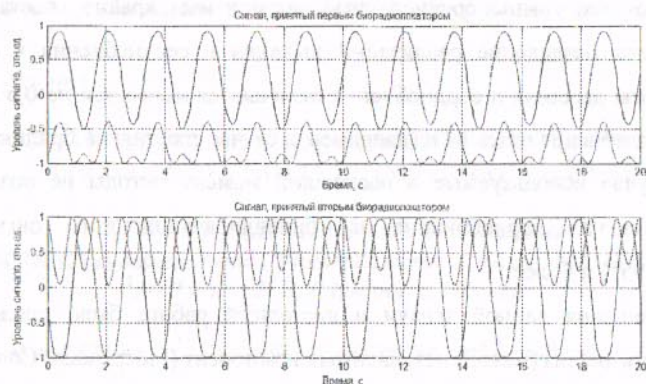


Рисунок 1. Радиолокационный сигнал, полученный первым и вторым биорадиолокатором, моделируемый в среде MATLAB для случая спортивной брадикардии

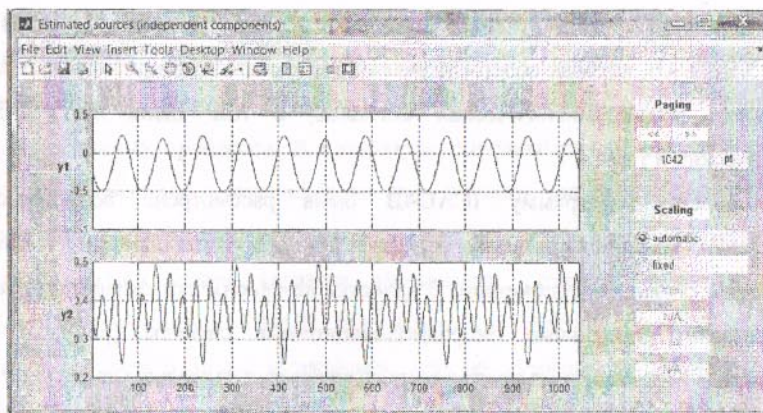


Рисунок 2. Выделенные из биорадиолокационного сигнала при помощи ICA компоненты дыхания и сердцебиения

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ МК-118.2011.9 и грантов РФФИ.

УДК 612.8:51

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА И СООТНОШЕНИЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ЗУБЦОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРЕДСЕРДНЫХ ТАХИКАРДИЙ

*С.И. Шукин, В.И. Иванцов, А.И. Малахов  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва*

Поскольку предсердные тахикардии являются в 30-50 % случаях (по отношению ко всем сердечным патологиям) причинами смертей больных, имеется острая необходимость автоматического выявления трепетаний (ТП) и фибрилляций предсердий (ФП).

Для решения этой задачи в работе предлагается применить корреляционный анализ и анализ процентного отношения длительности зубцов, превышающих граничное значение, к длительности всего сигнала, ранее применявшихся для других целей. В зависимости от ЧСС применяется один из двух вариантов анализа ЭКС.

Первый вариант используется при ЧСС > 120 уд/мин и основан на анализе ЧСС, длительности RR интервалов и определении параметра SP.

Второй – при ЧСС < 120 уд/мин, основан на анализе ЧСС и анализе построенной диаграммы коэффициентов корреляции текущего сигнала с идеальным P-зубцом.

Для получения диаграммы коэффициентов корреляции использовалось последовательное сравнение отрезка ЭКС, длительностью 84 мс каждый, чуть большей средней длительности нормального P-зубца, с записанным идеальным P зубцом, полученным с модулятора ЭКС MS410 ECG Simulator.

Установлено, что при ЧСС > 120 уд/мин и превышении значения SP 25% и/или при явном выпадении RR интервалов из области  $RR_{cp} \pm 15\%$  (где  $RR_{cp}$  – среднее значение RR интервалов) определяется фибрилляция предсердий.

При ЧСС < 120 уд/мин проверяются SP, частота сокращений предсердий ЧСП, определяемая из анализа коэффициентов корреляции (КК). При превышении SP значения в 25 % и при ЧСП >> ЧСС определяется ФП. При