

сокая помехоустойчивость, высокая чувствительность. Разрабатываемый наносенсоры позволяют создать на их основе высокочувствительные, быстродействующие, безопасные измерительные комплексы, которые предоставят возможность по-новому исследовать организм человека. Одновременно, с применением существующие тестированные методы в процессе записи электрофизиологических сигналов дают более точного исследования эмоционального стресса человека.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Собчик Л.Н. Стандартизированный многофакторный метод исследования личности (ММПИ). – М.: СПб, 2004. - 251 с.
2. Г.Э. Бреслав. Психокоррекция детской агрессивности. Учебное пособие: - М.: СПб. 2004. 144 с.
3. Michal Kahn, Gal Sheppes, Avi Sadeh. Sleep and emotions: Bidirectional links and underlying mechanisms. // International Journal of Psychophysiology, №2, p.125, (2014).

#### АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ QRS КОМПЛЕКСА ЭКГ С ПОВЫШЕННОЙ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬЮ

*К.В. Оверчук, А.А. Уваров*  
(г. Томск, Томский политехнический университет)  
*e-mail: kirill\_ovk@mail.ru*

#### ALGORITHM FOR ECG QRS COMPLEX DETECTION WITH ENHANCED INTERFERENCE IMMUNITY

*K.V. Overchuk, A.A. Uvarov*  
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

A new combined algorithm for R peaks detection on ECG is described. The algorithm is based on already known Pan-Tompkins and Murthy-Rangaraj methods and combines the advantages of the both. The given processing approach provides high sensitivity, good computational performance (as well as low order) and excellent interference immunity. Proposed method was designed for personal ECG recorders, where interference performance could be critical, but also could be applies in any ECG systems.

ECG, R peak, detection, algorithm, interference immunity.

Современная индустрия переживает бум персональных средств для медицинской диагностики, в частности, для самостоятельного снятия ЭКГ. Как правило, такие системы обладают «сухими» датчиками в отличие от стандартных медицинских электродов. Отсутствие электролита в контактном слое с кожей приводит к ухудшению измерительных характеристик и, прежде всего, сказывается на зашумленности сигнала. Стабильная работа в условиях шумов сигнала становится фактором стабильной работы всего устройства. В данной работе рассмотрен алгоритм обнаружения *QRS* комплекса на электрокардиограммах, полученных с помощью приборов «ЭКГ-Экспресс». Для тестирования и оптимизации параметров алгоритма, производилось его моделирование в программном продукте *MATLAB*.

Первоначально алгоритм находит в сигнале *QRS* комплекс (представлен на рисунке 1), так как данный вид сегмента хорошо различим на ЭКГ и встречается во всех отведениях, также он имеет четко выраженные характеристики, такие как высокая скорость изменения сигнала и большая амплитуда.

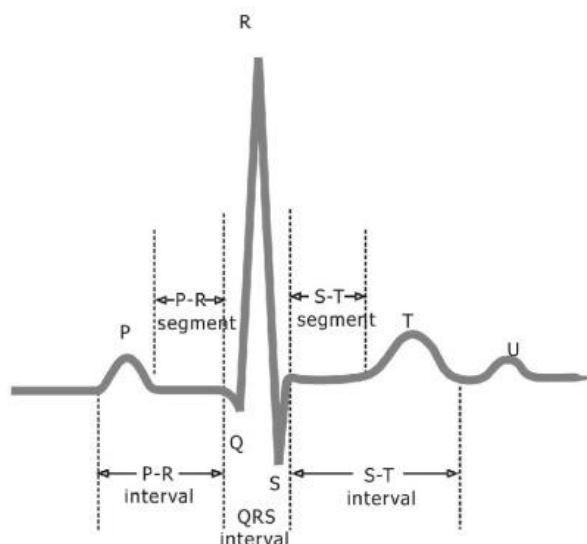


Рис. 1. Сегмент *QRS* на ЭКГ

Первой стадией обработки является полосовой фильтр, выделяющий частоты, содержащие *QRS* комплекс, не внося при этом искажений в полезный сигнал. Входной фильтр эффективно работает как при отсутствии, так и при наличии большой помехи, что в свою очередь обеспечивает высокую надёжность алгоритма выделения пиков.

Следующим блоком является функция нелинейного преобразования, которая предназначена для определения местоположения *QRS* комплекса в сигнале. Для решения этой задачи были скомбинированы два метода. Первый - это оператор производной из алгоритма Пана – Томпкинса [1] представленный ниже.

$$y(n) = \frac{1}{8} [2x(n) + x(n-1) - x(n-3) - 2x(n-4)]^2$$

Функция эффективно выделяет *QRS* комплекс (рис. 2), однако получившийся выходной сигнал сложно анализировать в дальнейшем. Как можно заметить, наличие помех минимально влияет на результат работы, что в свою очередь говорит о помехостойкости. Полученный сигнал, однако, последующего порогового детектирования потребует сглаживания функцией высокого порядка, чтобы добиться необходимого результата. Её применение приводит к большой задержке сигнала, делая метод нецелесообразным.

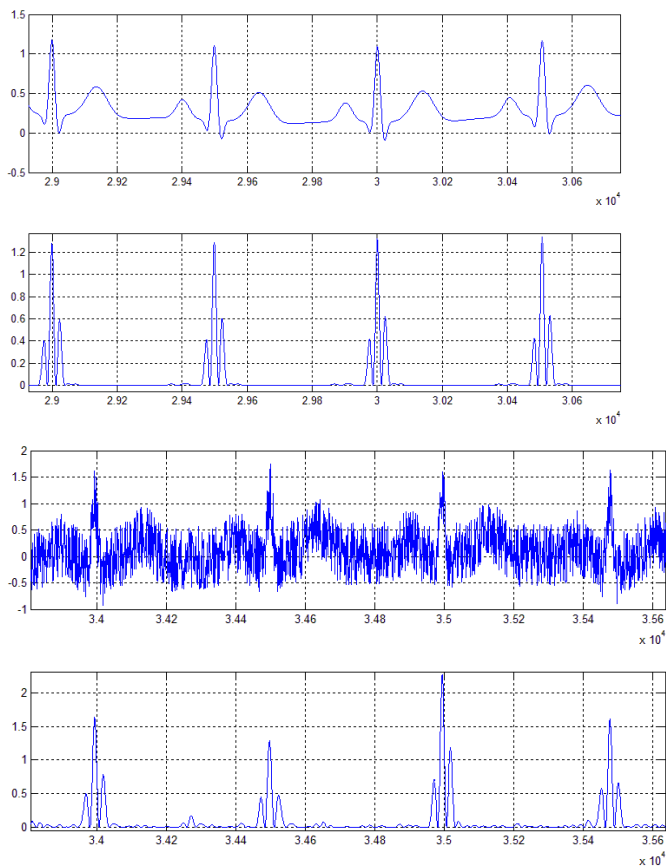


Рис. 2 – Результат работы функции Пана – Томпкинса с сигналом без помех и с помехами  
 Альтернативный подход – функция *Murthy* и *Rangaraj* [1], ниже приведено само уравнение и результат его работы.

$$y(n) = \sum_{i=1}^N [x(n-i+1) - x(n-1)]^2 (N-i+1)$$

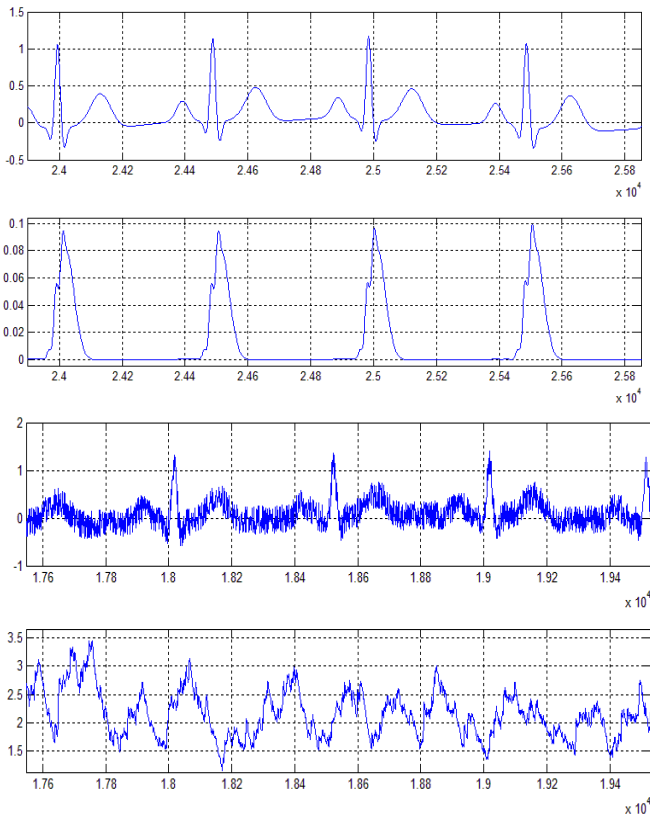


Рис. 2 – Результат работы функции Murthy и Rangaraj на сигнале без помех и с помехами

Из представленных рисунков видно, что метод позволяет получить довольно ровный пик, который можно анализировать пороговым детектором и при необходимости применить сглаживающую функцию низкого порядка. Заметим, что данная функция чувствительна к помехам, и как видно из рисунка (рис. 2), наличие даже небольшой помехи приводит к искажению результатов.

В результате возникла гипотеза о том, что объединение двух функций позволит компенсировать недостатки обоих методов и позволит получить оптимальный результат. В итоге было записано следующее уравнение.

$$y(n) = \sum_{i=1}^N [2x(n) + x(n-1) - x(n-3) - 2x(n-4)]^2 (N-i+1)$$

Результат работы приведен на рисунке 3. Как можно заметить, гибридная функция эффективно работает в условиях помех и при этом позволяет получить гладкие пики после обработки. Для получения полностью гладкого сигнала на следующем этапе применяется интегрирующий фильтр. Результат работы приведены ниже.

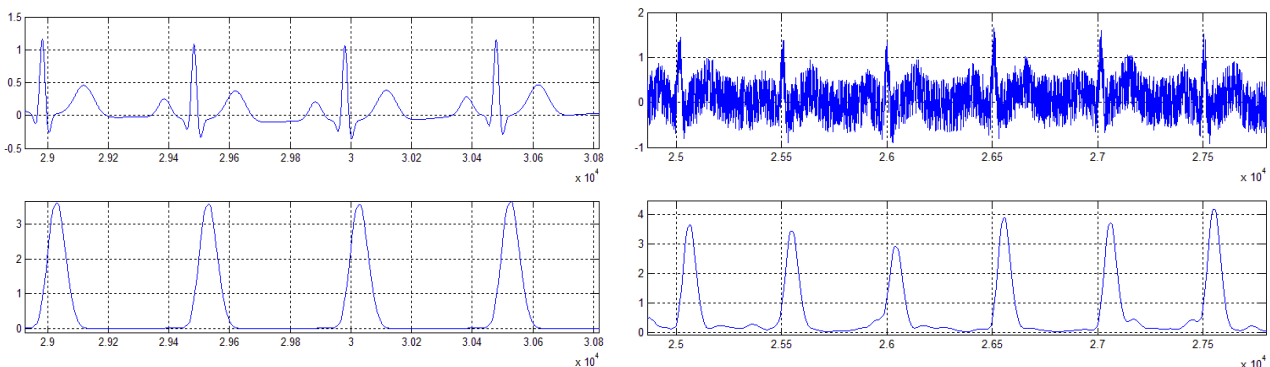


Рис. 3 – Результат работы гибридного алгоритма на сигнале с помехами и без помех

Как видно из рисунков выходной сигнал уже можно анализировать с применением порогового детектора, что в свою очередь не потребует больших вычислительных ресурсов. Также стоит отметить, что получившейся алгоритм обнаружения QRS комплекса очень устойчив к помехам и имеет высокую надежность. Простая реализация не требует больших вычислительных ресурсов и в данный момент полученный алгоритм успешно применяется в составе встроенного ПО в разработанных приборах «ЭКГ-Экспресс» на микроконтроллере с архитектурой *Cortex-M4F*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход./ Пер. с англ. под ред. А.П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 440с.

#### ПОСТРОЕНИЕ СППР В МЕДИЦИНЕ НА ОСНОВЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ

*А. С. Сеидова, Е. В. Берестнева, И. А. Осадчая*  
(г. Томск, Томский политехнический университет)  
*e-mail: aysel4421@mail.ru*  
*гранты РФФИ № 15-0708922, № 14-07-00675*

#### CREATION OF SSDM IN MEDICINE ON THE BASIS OF TREES OF DECISIONS

*A. S. Seidova, E. V. Berestneva, I. A. Osadchaya*  
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Now the problem of development of means of expression and the analysis of medical information is actual. The most effective software solving this problem are the system of support of decision-making (SSDM). In the report one of approaches of creation of knowledge bases for SPPR – a method of trees of decisions is considered.

Keywords: analysis of medical data, knowledge base, trees of decisions, system of support of decision-making, medical expert system

**Введение.** Медицинские информационные технологии приобретают все большую актуальность, а программное обеспечение для медицины становится все более востребованным. Под медицинской информационной системой (МИС) понимается комплексная автоматизированная информационная система, в которой объединены электронные медицинские записи о пациентах, данные медицинских исследований, данные мониторинга состояния пациента с медицинских приборов и т.п. [1]

Отличительной особенностью интеллектуальных МИС является наличие базы знаний. База знаний – это особого рода база данных, разработанная для управления знаниями, т.е. сбором, хранением, поиском и выдачей знаний.

Знание - это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные. Для хранения знаний используются базы знаний, которые, в свою очередь, являются основами для любых информационных систем [2,3].

**Методы представления знаний.** Существуют десятки моделей (или языков) представления знаний для различных предметных областей. Большинство из них может быть сведено к следующим классам [2,3]: семантические сети; фреймы; формальные логические модели; продукционные модели.

В Институте кибернетики Томского политехнического университета разработан прототип системы поддержки научных исследований бронхиальной астмы [6-8]. Бронхиальная астма является причиной значительных ограничений жизнедеятельности, снижения социаль-