

Ministry of Education and Science of the Russian Federation  
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
"National Research Tomsk Polytechnic University" (TPU)  
30, Lenin ave., Tomsk, 634050, Russia  
Tel. (3822) 60 63 33, (3822) 70 17 79,  
Fax (3822) 56 38 65, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru  
OKPO (National Classification of Enterprises and Organizations):  
02069303,  
Company Number: 1027000890168,  
VAT / KPP (Code of Reason for Registration)  
7018007264/701701001, BIC 046902001

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет» (ТПУ)  
Ленина, пр., д. 30, г. Томск, 634050, Россия  
тел.: (3822) 60 63 33, (3822) 70 17 79,  
факс: (3822) 56 38 65, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru  
ОКПО 02069303, ОГРН 1027000890168,  
ИНН/КПП 7018007264/701701001, БИК 046902001

15.11.2017 № 16/3  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Министр по научной работе и инновациям

С.А. Байдали

« 15 » 11 2017

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Катасонова Дениса Николаевича «Методы и алгоритмы предварительной обработки и анализа сигналов бесконтактных датчиков беспроводной системы непрерывного дистанционного кардиомониторинга», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения

#### Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Катасонова Д.Н. посвящена разработке и реализации алгоритмов и программных средств, предназначенных для мобильных систем мониторинга, регистрирующих основные показатели сердечной деятельности человека, передающих данные в режиме реального времени на медицинский сервер и способных в случае возникновения критических ситуаций посылать экстренный вызов в специализированные медицинские службы. Рассмотренные в диссертационной работе алгоритмы и программные средства предназначены для предварительной обработки получаемых от миниатюрных бесконтактных датчиков беспроводной системы непрерывного дистанционного кардиомониторинга сигналов с целью компенсации искажений вызванных действием помех. Кроме этого, в диссертационной работе рассмотрено решение задачи сжатия электрокардиосигнала. Актуальность темы исследования обусловлена недостаточной разработанностью быстрых методов и алгоритмов предназначенных для выполнения сбора, предварительной обработки, передачи электрокардиосигналов (ЭКС), анализа и принятия решений и ориентированных на реализацию миниатюрными вычислительными средствами с ограниченным быстродействием и производительностью.

Существует большое количество работ, посвященных различным подходам к оценке качества электрокардиосигнала, однако вопрос снижения вычислительной трудоемкости применяемых подходов рассмотрен недостаточно. Кроме того, ведение длительного мониторинга с возможностью передачи данных на удаленный медицинский сервер требует выполнения сжатия, получаемого электрокардиосигнала, при этом применение существующих алгоритмов сжатия бинарного представления электрокардиосигнала в ряде случаев показало их низкую эффективность.

#### Научная новизна работы

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке новых подходов к решению задачи выявления искаженных участков электрокардиосигнала при помощи критериев качества сигнала и методов машинного обучения. В диссертационной работе предложен алгоритм автоматического формирования обучающей выборки по фрагментам, ЭКС получаемым непосредственно при проведении мониторинга.

Предложенный подход к выявлению искаженных фрагментов снижает требования к робастности алгоритмов последующей обработки ЭКС и упрощает визуальный анализ сигнала, выполняемый медицинским персоналом.

Кроме этого, в диссертационной работе предложен способ телемониторинга сердечной деятельности пациента, в основе которого лежит одновременный анализ данных получаемых от нескольких датчиков физиологических сигналов. Получаемые от датчиков данные обрабатываются при помощи оригинального алгоритма, в результате работы которого выполняется оценка принадлежности уровня искажений ЭКС и частоты пульса пациента к интервалам допустимых значений с учетом показаний датчика физической пациента. Анализ данных получаемых от датчиков различного типа обеспечивает мониторинг состояния пациента в случае отказа одного или нескольких датчиков ЭКГ.

Новизной работы является также способ сжатия ЭКС бинарного представления ЭКС в основе которого лежит масштабирование и побитное кодирование позиций ненулевых коэффициентов вейвлет преобразования ЭКС. Предложенный способ требует выполнения только тривиальных преобразований, таких как операции умножения и сложения, что позволяет повысить скорость выполнения сжатия и увеличить время автономной работы системы мониторинга.

### **Значимость полученных результатов**

Значимость полученных результатов заключается в том, что предложены программно-алгоритмические средства, позволяющие осуществлять процессы управления миниатюрными беспроводными датчиками ЭКГ и системой дистанционного мониторинга в целом, с обеспечением возможности предварительной обработки и сжатия, получаемого ЭКС и возможностью оперативного оповещения пациента о изменениях параметров получаемых сигналов. Результаты работы использованы при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в междисциплинарном интеграционном проекте фундаментальных исследований СО РАН № 142 «Дистанционное мониторинг сердечно-сосудистой деятельности человека на основе миниатюрных беспроводных датчиков и индивидуальных средств сотовой связи со встроенными вычислительными средствами», что подтверждено актом о внедрении результатов диссертационного исследования.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 8 печатных работах, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК и базу данных Scopus, получен патент, два свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ. Разработанная в ИАиЭ СО РАН система телемониторинга с участием автора удостоена диплома первой степени (с вручением золотой медали) в конкурсе «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года».

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Результаты диссертационной работы Катасонова Д.Н. могут быть использованы при разработке и создании устройств как автономной дистанционной оценки физиологического состояния пациента, так и при разработке устройств автоматизированного анализа электрокардиосигнала.

### **Замечания по диссертационной работе**

В целом диссертационная работа и автореферат выполнены качественно, однако присутствуют некоторые недостатки.

1. Следует отметить избыточность теоретических изысканий в области оценки вычислительной трудоемкости существующих решений и оптимизации предложенных алгоритмов оценки качества электрокардиосигнала.

2. Слабо отмечена роль и функции удаленного медицинского сервера при проведении дистанционного мониторинга.

### Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, основные результаты защищены авторскими свидетельствами о регистрации изобретения и программ ЭВМ, изложены в рецензируемых научно-технических изданиях входящих в перечень ВАК РФ, а также обсуждались на научных конференциях и семинарах. Содержание автореферата соответствует основным результатам диссертационной работы. Диссертационная работа Д.Н. Катасонова «Методы и алгоритмы предварительной обработки и анализа сигналов бесконтактных датчиков беспроводной системы непрерывного дистанционного кардиомониторинга» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и имеющей значение при создании технических решений по специальности 05.11.17 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)», а ее автор, Катасонов Денис Николаевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Материалы диссертационной работы рассмотрены на научном семинаре кафедры промышленной и медицинской электроники (ПМЭ) Томского политехнического университета (протокол № 14.17 от 07.11.2017 г.).

Председатель научного семинара:  
заведующий кафедрой ПМЭ, к.ф.-м.н., доцент,  
электронная почта: [gubarevfa@tpu.ru](mailto:gubarevfa@tpu.ru),  
тел. 8(3822)701-810

Ф.А. Губарев

Секретарь научного семинара:  
к.т.н., доцент

Д.Н. Огородников

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ, ТПУ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томский политехнический университет, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk Polytechnic University, TPU).

Место нахождения Университета (юридический и почтовый адрес): Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30. Тел.: +7 (3822) 60-63-33, +7 (3822) 56-38-65, электронная почта: [tpu@tpu.ru](mailto:tpu@tpu.ru)

*Огородников Д.Н.* 15.12.2017

*Губарев Ф.А.*

*В.В. Рыжов*

*Сомкиным* 18.12.2017

*Д.Н. Катасонов*