

ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.14 Пичугина Владимира Федоровича на диссертационную работу Кодермятова Радика Эмирхановича «Разработка и исследование постоянно носимого аппаратно-программного комплекса на наносенсорах для динамического наблюдения за состоянием сердца человека», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

1. Актуальность темы

Одной из острых проблем здравоохранения является поддержание здоровья сердца и сердечно-сосудистой системы человека. Одной из распространенных причин сердечной смерти является неосведомленность пациентов об аномальной работе сердца, так и неосведомленность медицинского персонала о существующих аномалиях. Существующая аппаратура имеет низкое разрешение по уровню сигнала и по частотному диапазону и неспособна регистрировать микропотенциалы, характеризующие спонтанную активность клеток миокарда. Встает вопрос разработки, усовершенствования и использования методов и технических средств, позволяющих анализировать и обнаруживать аномалии состояния сердца, которые могут являться предвестниками жизнеугрожающих событий.

В связи с этим, тема диссертационной работы Р.Э. Кодермятова, посвященная разработке аппаратно-программного комплекса высокого разрешения для длительного и периодического исследования сердечно-сосудистой системы человека является актуальной.

2. Научная новизна и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

В диссертационной работе Кодермятовым Радиком Эмирхановичем получены следующие результаты:

- Разработан одноканальный постоянно носимый аппаратно-программный комплекс на наносенсорах для регистрации ЭКГ в реальном времени в широкой полосе частот от 0 до 3500 Гц, уровнем от 1 мкВ, с частотой дискретизации 16 кГц без фильтрующих звеньев в измерительной цепи для динамического наблюдения за состоянием сердца человека, который может применяться для персонального наблюдения за состоянием сердца в домашних условиях, для Холтеровского мониторирования (1-3 суток) и длительного мониторирования (14 суток) с целью выявления ранней ишемии и эпизодов аритмии.

- Разработана специальная конструкция наносенсоров для удобного наложения на поверхность грудной клетки и конструкция АПК для постоянного ношения пациентом.

- Разработаны алгоритм и программа, позволяющие детектировать микропотенциалы на всей длительности ЭКГ сигнала с исключением зубцов кардиоимпульсов и резких всплесков в процессе обработки сигнала. Построены

гистограммы для количественной оценки и вычислена полная энергия анализируемых микропотенциалов, выполнен анализ количества микропотенциалов и их энергии в заданных интервалах по уровню и по длительности.

- Разработана программа и методика предварительных исследований динамической электрокардиограммы на добровольцах.

- Впервые получены результаты предварительных исследований сердечно-сосудистой системы человека постоянно носимым АПК на добровольцах в расширенном диапазоне частот.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается использованием аттестованных испытательных стендов, прошедших испытания в государственном региональном центре стандартизации, метрологии и испытаний Томской области, и подтверждены результатами технических испытаний и предварительными медицинскими исследованиями на добровольцах.

Положения, выносимые на защиту, обоснованы в выводах по разделам диссертационной работы.

3. Практическая значимость работы

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с планами работ Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности ФГАОУ ВО НИ ТПУ, по проекту ФЦП «Разработка экспериментального образца аппаратно-программного комплекса для неинвазивной регистрации микропотенциалов сердца в широкой полосе частот без фильтрации и усреднения в реальном времени с целью раннего выявления признаков внезапной сердечной смерти», Соглашение № 14.578.21.0032 от 05.06.2014, 2014-2016 гг.

Разработаны конструкция наносенсоров для удобного наложения на поверхность грудной клетки и конструкция носимого АПК для длительного ношения пациентом.

Проведены исследования носимого АПК на добровольцах в Томском НИИ кардиологии.

4. Содержание работы

Диссертационная работа Кодермятова Радика Эмирхановича, состоит из введения, пяти глав, заключения и семи приложений. Объем работы составляет 262 страницы, включая 85 рисунков и 137 таблиц, а также 112 литературных источников.

Во введении представлено обоснование актуальности работы, сформулированы цели и задачи. Описаны научные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая ценность исследования.

В первой главе диссертации представлен аналитический обзор методов и технических средств для постоянного динамического наблюдения за состоянием сердца человека.

Разработка носимых технических средств и методов высокого разрешения для динамического наблюдения за состоянием сердца человека, без фильтрации и усреднения является актуальной задачей и позволяет получать

новую информацию в виде микропотенциалов реального времени и обнаруживать отклонения в функционировании сердца на ранней стадии заболевания.

Во второй главе дано обоснование технических требований к измерительным схемам, представлено описание функциональной и принципиальной схем АПК, технические характеристики АПК, требования к программному обеспечению, дано описание конструкции наносенсоров и носимого АПК.

В третьей главе дается описание метода обработки электрокардиологических сигналов, зарегистрированных постоянно носимым аппаратно-программным комплексом на наносенсорах.

В четвертой главе представлены программа и методика предварительных исследований электрокардиограммы с микропотенциалами на добровольцах. Проведение клинического исследования было одобрено локальным этическим комитетом по биомедицинской этике при НИИ кардиологии «Томский национальный исследовательский медицинский центр российской академии наук» протокол №147 от 28.06.2016 г. В демонстрационных материалах, приведенных в результатах исследования, соблюдена конфиденциальность обследованных добровольцев.

В пятой главе представлен анализ результатов предварительных исследований на добровольцах.

Динамические наблюдения проводились с интервалом 5-7 дней, время регистрации ЭКГ не более 5 минут.

В режиме длительного мониторинга получены записи ЭКГ от 5 часов и более.

Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертационной работы.

5. Замечания по диссертационной работе

1. На стр. 57 диссертации (строки 1-6 сверху) автор пишет: «В [68, 69] дано обоснование трёхканального аппаратно-программного комплекса на наносенсорах.» Отмеченные ссылки — это статьи автора диссертации. Однако «обоснование» не приводится в тексте диссертации. Далее сообщается, что «...необходимо разработать специальный одноканальный аппаратно-программный комплекс (АПК) на наносенсорах...». Эти противоречивые утверждения никак не поясняются.
2. В разделе 2.2. диссертации представлены результаты технических испытаний АПК, однако не сделано никаких выводов о соответствии этих результатов техническим и медико-биологическим требованиям к разрабатываемому оборудованию?
3. На стр. 64 диссертации автор пишет: «В работах [67, 69, 71] показано, что наносенсоры имеют большую чувствительность по сравнению с существующими электродами для съёма биопотенциалов...». Отмеченные ссылки — это статьи автора диссертации. Однако в работе отсутствуют данные о сенсорах, их чувствительности и иных параметрах, позволяющих

их использовать в данном АПК. Остаётся неясным, вклад автора в разработку конструкции наносенсоров? Какую смысловую нагрузку имеет слово наносенсоры? Судя по их линейным размерам, это просто измерительные электроды?

4. Стр. 63 диссертации «Испытания показали, что полоса пропускания АПК изменяется от 0 до 3500 Гц.». Нет пояснения этому определению. По определению: полоса пропускания— это непрерывный диапазон частот, для которого затухание не превышает некоторый заранее заданный предел. Утверждение автора (стр. 63 диссертации, строки 4 и 3 снизу) противоречит определению?
5. В тексте диссертации присутствуют и некоторые неточности. Например, стр. 65 диссертации (строки 3,4 сверху) «3D модель постоянно носимого АПК в собранном виде представлена на рисунке 2.8.». Рисунок 2.8. отсутствует в тексте диссертации.

6. Заключение

Указанные замечания носят частный характер, не влияют на высокий уровень работы и несущественны для положительной оценки работы. Рецензируемая работа выполнена на высоком научном уровне, обладает научной новизной и практической ценностью.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Кодермятова Радика Эмирхановича «Разработка и исследование постоянно носимого аппаратно-программного комплекса на наносенсорах для динамического наблюдения за состоянием сердца человека» полностью отвечает требованиям «Порядка присуждения учёных степеней», утверждённого приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 93/од от 6 декабря 2018 г. в редакции приказа от 28 августа 2019 г. № 66, а её автор Кодермятов Радик Эмирханович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 - «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Даю согласие на обработку персональных данных

Дополнительный член диссертационного совета ДС.ТПУ.14

Пичугин Владимир Федорович, профессор, доктор физико-математических наук, профессор исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Тел.: +7 (3822) 60-61-84 вн. 1605

E-mail: pichugin@tpu.ru

Подпись профессора В.Ф. Пичугина заверяю
Ученый секретарь Ученого Совета ТПУ



В.Ф. Пичугин

01.11.2020

О.А. Ананьева