

ОТЗЫВ

официального оппонента Кистенева Юрия Владимировича 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 всего мира 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. В настоящее время актуальной является разработка аппаратно-программного комплекса высокого разрешения для длительного и периодического исследования сердечно-сосудистой системы человека.

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

В диссертационной работе Кодермятовым Радиком Эмирхановичом получены следующие результаты:

- впервые разработан постоянно носимый аппаратно-программный комплекс на наносенсорах, который при динамических исследованиях сердца позволил регистрировать без фильтрации и последующего усреднения электрокардиограмму в диапазоне частот от 0 до 3500 Гц, уровнем от 1 мкВ, с частотой дискретизации 16 кГц;

- разработан алгоритм и программа для оценки спонтанной активности клеток миокарда, позволяющая определить количество микропотенциалов и их энергию в различных амплитудных и временных интервалах, построить гистограммы распределения микропотенциалов по амплитуде с шагом 0,1 мкВ и по длительности с шагом 0,1 мс для любого вида аритмии и отклонений формы ЭКГ от стандартной, что позволило получить результаты

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

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждаются использованием аттестованных испытательных стендов, прошедших испытания в государственном региональном центре стандартизации, метрологии и испытаний в Томской области, и подтверждены результатами технических испытаний и предварительных медицинских исследований 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

Целью диссертационной работы Разработка и исследование постоянно носимого аппаратно-программного комплекса на наносенсорах высокого разрешения для динамического наблюдения за состоянием сердца человека.

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

Для диагностики работы сердца наиболее широкое применение нашла электрокардиография. Применяемые методы стационарной электрокардиографии в основном рассчитаны для проведения кратковременных исследований в условиях кабинета кардиолога или больничной палаты. Однако большая часть эпизодов аномалий работы сердца происходит за пределами больницы во время повседневной деятельности, в том числе и опасные аритмические эпизоды, приводящие к внезапной сердечной смерти (ВСС).

Для записи данных эпизодов необходимо использование носимых устройств, для регистрации вне помещений поликлиник, в привычных для пациента условиях.

Показано, что существующие мобильные аппараты имеют низкое амплитудное и частотное разрешение, максимальная частота дискретизации не превышает 1024 Гц, что приводит к значительному искажению формы ЭКГ и к потере компонентов малой длительности, а также не могут регистрировать в реальном времени сигналы уровнем от 1 мкВ.

Разработка носимых технических средств и методов высокого разрешения для динамического наблюдения за состоянием сердца человека, регистрирующих сигналы в диапазоне от 0 до 3500 Гц уровнем от 1 мкВ без фильтрации и усреднения, является актуальной задачей и позволит получать новую информацию в виде микропотенциалов реального времени о работе предсердий и желудочков сердца 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 разработана программа и методика предварительных исследований электрокардиограммы с микропотенциалами на добровольцах.

В пятой главе сделан анализ результатов предварительных исследований на добровольцах.

Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертационной работы.

5. Замечания по диссертационной работе

1) Было показано, что микропотенциалы могут иметь амплитуду около 0,5 мкВ, однако при постановке задачи порог их регистрации выбран от 1 мкВ. При этом в диссертации не обсуждается, какая часть информации при этом теряется.

2) На этапе предварительной обработке сигнала был выбран фильтр нижних частот Баттерворта 4 порядка. Однако обоснование такого выбора путем сравнительного анализа результатов фильтрации экспериментальных сигналов не представлено. При выборе обсуждаются лишь три вида линейных фильтров, однако существуют и другие, часто более эффективные

по сравнению с представленными в работе. Не рассматриваются нелинейные фильтры, вейвлет-анализ.

6. Заключение

Диссертационная работа Кодермятова Радика Эмирхановича выполнена на хорошем научном уровне, обладает научной новизной и практической ценностью. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа полностью отвечает требованиям «Порядка присуждения учёных степеней», утверждённого приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 93/од от 6 декабря 2018 г., а квалификация соискателя является достаточной для присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 - «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Официальный оппонент
Заместитель проректора по
научной и инновационной деятельности,
профессор кафедры
общей и экспериментальной физики
ФГБОУ ВО НИ «Томский государственный
университет»,
доктор физико-математических наук

Ю.В. Кистенев

30.10.2020

Контактные данные: Кистенев Юрий Владимирович, 634034, г.Томск, телефон: 8 9 3 8 8 67 20, yuk@iao.ru, доктор физико-математических наук, заместитель проректора по научной и инновационной деятельности, профессор кафедры общей и экспериментальной физики ФГБОУ ВО НИ «Томский государственный университет».

Подпись Кистенева Ю.В. заверяю



Подпись

удостоверяю

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ТГУ

Н.А. САЗОНТОВА