

Отзыв

официального оппонента, доктора технических наук
Авдеевой Дианы Константиновны на диссертацию Бодина Андрея Юрьевича
«Средства электрокардиодиагностики на основе многоканальной регистрации и
помехоустойчивой обработки электрокардиосигналов», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12.
«Приборы, системы и изделия медицинского назначения»

Актуальность темы исследования

Острую проблему для современного здравоохранения представляют сердечно-сосудистые заболевания, которые прочно занимают первое место в мире среди причин смертности населения. Основными путями снижения смертности от ССЗ являются профилактика и своевременная диагностика. Поэтому важной задачей является повышение достоверности и оперативности диагностики заболеваний сердца при электрокардиологическом скрининге.

Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, перечня принятых сокращений, списка используемых источников и приложений.

Во **введении** дана общая характеристика работы, обоснована актуальность, определены направления исследования, сформулированы цель, задачи исследования, научная новизна, положения, выносимые на защиту, и практическая значимость.

В **первой главе** показан генезис ЭКС, проведено сравнение методов анализа электрической активности сердца, выполнен критический анализ существующих решений, на его основе определены пути совершенствования предметной области.

Во **второй главе** обоснован подход к построению скрининговой системы неинвазивной электрокардиодиагностики на основе многоэлектродной регистрации и помехоустойчивой обработки ЭКС. Предложен универсальный подход к работе с потоковыми интерфейсами, а также проведена оценка эффективности многопоточной обработки многоканальных электрокардиосигналов.

В **третьей главе** предложен алгоритм помехоподавления на основе эмпирической модовой декомпозиции с учетом характеристик помехи в пассивной фазе зарегистрированного сигнала. Предложен способ передачи ЭКС с использованием помехоустойчивого кодирования на основе сверточных кодов, обеспечивающий уменьшение вероятности ошибок при передаче сигналов.

Четвертая глава посвящена реализации средства многоэлектродной регистрации, выполненного в виде жилета с предустановленными электродами, электронного блока регистрации и серверной части. Были сформулированы основные требования к блоку регистрации и серверной части скрининговой системы неинвазивной электрокардиодиагностики, произведён подбор элементной базы, показана функциональная схема, доказана работоспособность устройства.

В **заключении** работы приводятся краткие итоги и выводы проведенного исследования.

В **приложениях** содержатся справка об использовании результатов, акт о внедрении, перечень элементов и материалов, структурная и функциональная схема.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность результатов подтверждается их корректным сравнением с известными данными, сопоставлением с результатами научных работ по теме исследования, а также наличием актов о внедрении.

Научной новизной характеризуются следующие результаты диссертации:

1. Предложена структура скрининговой системы неинвазивной электрокардиодиагностики, отличающаяся использованием цифрового двойника сердца, многоэлектродной регистрацией и помехозащищённой обработкой ЭКС.

2. Предложен способ определения электрофизиологических характеристик сердца на основе цифрового двойника, позволяющий визуализировать электрическую активность сердца на поверхности эпикарда.

3. Разработан алгоритм подавления электрокардиографических помех на основе эмпирической модовой декомпозиции с учетом характеристик помехи в пассивной фазе зарегистрированного сигнала, позволяющий повысить эффективность подавления помех.

4. Предложены новые способы обнаружения опасных аритмий сердца, основанные на определении таких параметров ЭКС, как вариабельность интервала QT, значение фракции выброса и выявлении желудочковой тахикардии.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается тем, что данные, полученные в ходе исследования, не противоречат известным знаниям в данной области. Полученные результаты согласуются с данными, опубликованными в научных статьях.

Ценность для науки и практики результатов работы

Значимость результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1. Разработанный подход к построению системы неинвазивной электрокардиодиагностики в условиях скрининга на основе многоэлектродной регистрации, помехоустойчивой обработки и передачи электрокардиосигналов позволяет улучшить характеристики точности, быстродействия и помехоустойчивости.

2. Предлагаемый способ многоэлектродной регистрации электрокардиосигналов на основе жилета различного типоразмера с предустановленными электродами позволяет снизить длительность процедуры регистрации для медицинского персонала до 5-7 минут за счёт сокращения времени подключения электродов и автоматизации процесса.

3. Предложенные алгоритмы обработки нестационарных сигналов на основе эмпирической модовой декомпозиции с учетом характеристик помехи и передачи этих сигналов с применением методов помехоустойчивого кодирования на основе сверточных кодов позволяют повысить помехоустойчивость в системах различного назначения.

4. Разработаны способы и алгоритмы многоканальной пространственно-временной обработки электрокардиосигналов, обеспечивающие оценку сердечной деятельности пациента в рамках концепции цифрового двойника сердца.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Всего по теме диссертации опубликовано 46 научных работ, из них 8 статей в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, 3 статьи без соавторов, 11 статей в изданиях, индексируемых в SCOPUS, получено 4 патента на изобретение Российской Федерации. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата полностью отражает основные идеи, результаты и выводы диссертации.

Замечания по работе

1. В разделе 2.5 следовало бы более подробно пояснить выбор числа разбиений при дискретизации поверхности эпикарда и поверхности торса.

2. В разделе 2.5.3 недостаточно подробно пояснен способ определения критических состояний сердца по гемодинамически значимой аритмии.

3. Среди этапов обработки электрокардиосигналов на рисунке 2.16 не отмечен этап визуализации карт электрических потенциалов.

4. Экспериментальные временные диаграммы, иллюстрирующие работу блока регистрации, представлены в слишком мелком масштабе, что затрудняет их детальное рассмотрение.

Заключение по работе

Написанные выше замечания не носят принципиальный характер и не противоречат положительной оценке данной работы.

Диссертационная работа Бодина Андрея Юрьевича «Средства электрокардиодиагностики на основе многоканальной регистрации и помехоустойчивой обработки электрокардиосигналов» является законченной научно-исследовательской работой и удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Минобрнауки РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям. Диссертация Бодина Андрея Юрьевича заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Официальный оппонент, доктор технических наук, доцент, заведующий НПЛ «Медицинская инженерия» Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Национального исследовательского Томского политехнического университета, адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30, тел. 8 (3822) 706371, доп. 4702, e-mail: avdeeva@tpu.ru



Авдеева Диана Константиновна

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет»

Адрес: Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30,

Тел.: 8 (3822) 60-63-33, 8 (382 60-64-44,)

E-mail: tpu@tpu.ru


Подпись Авдеевой Д.К. заверяю:

Ученый секретарь Национального

исследовательского Томского

политехнического университета



 Новикова Валерия Дмитриевна

Дата « 23 » апреля 2026 г.

Сотворен и ознанчен
04.05.2026 