

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, старшего преподавателя

Коробова Артема Андреевича

на диссертацию Чыонг Тхи Лан Нхи «Методы и алгоритмы визуализации электрической активности сердца в системах электрокардиодиагностики на основе многоканальной обработки электрокардиосигналов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения»

Актуальность темы и ее соответствие специальности

Заболевания системы кровообращения являются основной причиной смертности. Для проведения своевременных лечебных мероприятий важно своевременно обнаруживать сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) путем проведения скрининговых обследований групп населения. Существующие методы скрининга не ориентированы на визуализацию изменяющихся во времени карт электрического потенциала, которая могла бы способствовать повышению достоверности диагностики ССЗ. В данной диссертационной работе автором представлено решение в составе систем неинвазивной электрокардиодиагностики на основе многоканальной обработки электрокардиосигналов (ЭКС). Это решение направлено на повышение эффективности электрокардиодиагностики с использованием визуализации пространственно-временных распределений электрических потенциалов на поверхности сердца. Таким образом, можно утверждать, что данная работа актуальна и востребована.

Диссертация соответствует требованиям паспорта специальности 2.2.12. – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения» (пункты 2, 19).

Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, дана общая характеристика работы, показана научная

новизна результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения о практической ценности работы и результатах внедрения.

В первой главе диссертации представлен обзор методов неинвазивной электрокардиодиагностики (ЭКД), в котором отмечается перспективность визуализации карт электрической активности сердца. Представлена структура скрининговой системы ЭКД, ориентированной на визуализацию электрической активности сердца на основе многоканальной обработки электрокардиосигналов (ЭКС).

Во второй главе рассмотрены методы реконструкции распределения электрических потенциалов на поверхности сердца. Представлены способы предварительной обработки многоканальных ЭКС, включая синхронизацию ЭКС при параллельной записи, отбраковку, введение виртуального нуля потенциалов, сегментацию ЭКС на выбранном кардиоцикле. Предложен алгоритм реконструкции карт потенциалов на основе привязки геометрических моделей поверхности эпикарда к системе координат торса.

Третья глава посвящена разработке алгоритмов визуализации карт эпикардального потенциала. Предложен вариант 2D визуализации на основе плоской развертки поверхности сферического квазиэпикарда и позволяющий повысить наглядность визуализации путем поворота 2D карт в направлении электрической оси сердца. Рассмотрен вариант 3D визуализации на основе реалистической триангуляционной модели поверхности эпикарда, отличающийся удобством привязки зон электрической активности к конкретным отделам сердца.

В четвертой главе рассмотрены вопросы оптимизации при проведении визуализации 2D и 3D карт потенциала на эпикарде. Предложен интерфейс программы, повышающий удобство при организации рабочего места врача-кардиолога. Проведена оценка временных затрат и затрат компьютерной памяти при организации обследований. Представлены данные о проверке устойчивости и согласованности результатов картирования и предварительные оценки диагностической значимости результатов.

В приложении имеются: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, акт о внедрении результатов диссертационной работы и справка об использовании результатов.

Достоверность и новизна результатов диссертации

К новым научным результатам диссертации можно отнести:

- разработанный алгоритм предобработки ЭКС с синхронизацией ЭКС при параллельной записи, введением виртуального нуля, сегментацией ЭКС и отбраковкой артефактов;

- метод реконструкции карт потенциала на поверхности эпикарда (КППЭ) с привязкой геометрических моделей на базе обработки многоканальных ЭКС и контролем уровня регуляризации;

- методы визуализации 2D карт электрического потенциала на плоской развертке поверхности квазиэпикарда и 3D карт для триангуляционной реалистической модели эпикарда, позволяющие наблюдать изменение КППЭ синхронно со стандартным ЭКС;

- алгоритмы и программное обеспечение для скрининговой системы электрокардиодиагностики, предоставляющие удобный интерфейс для врача-кардиолога с возможностью выбора режимов визуализации и архивирования.

Достоверность результатов диссертации подтверждается согласованностью 2D и 3D карт потенциала друг с другом и с известными в электрокардиологии результатами, а также оценками устойчивости карт потенциала.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждаются тем, что в работе корректно используются известные положения электрокардиологии, методы вычислительной математики, включая методы решения некорректных задач. Результаты работы согласуются с данными опубликованных научных статей.

Ценность для науки и практики результатов работы

Значимость результатов диссертационной работы заключается в следующем:

- способ привязки геометрических моделей поверхности сердца к системе координат торса и контроль спектров сингулярных чисел для матриц СЛАУ обеспечивают проведение реконструкции распределений электрического потенциала на поверхности эпикарда на основе обработки зарегистрированных многоканальных ЭКС;

- предложенные подходы к визуализации 2D карт потенциала на поверхности эпикарда демонстрируют распределение областей электрической активности сердца без смены ракурса, а для визуализации 3D карт – электрическую активность в привязке к анатомическим особенностям сердца;

- разработанный пакет алгоритмов и программ для скрининговой системы электрокардиодиагностики на основе обработки многоканальных ЭКС, позволяет наблюдать временную динамику электрической активности сердца синхронно со знакомым кардиологу стандартным ЭКГ-сигналом, а также предоставляет врачу-кардиологу интерфейс для организации режимов визуализации и архивирования.

Также ценность для практики подтверждается актом об использовании разработанного программного обеспечения в тестовом режиме в ГБУЗ «Клиническая больница № 6» им. Г.А. Захарьина г. Пензы. Предложенные в работе методики, алгоритмы и принципы обработки многоканальных ЭКС применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ».

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По материалам диссертации опубликовано 26 печатных работ, включая 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 5 публикаций в

изданиях, индексируемых Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям, результатам и выводам диссертации.

Замечания по работе

1. В разделе 2.1.4 рассмотрен алгоритм сегментации ЭКС на выбранном кардиоцикле. Этапы данного алгоритма следовало бы пояснить и обосновать более подробно.

2. В работе следовало бы дать оценку влияния уровня помех на результаты реконструкции карт электрического потенциала на поверхности эпикарда.

3. В таблицах временных затрат 4.3 и 4.4 время реконструкции распределения потенциала на эпикарде представлено в виде двух слагаемых. Однако эти слагаемые не пояснены.

4. Недостаточно обоснована целесообразность вывода координат центра системы координат поверхности сердца (центр ЦС) в окне интерфейса программы.

Заключение по работе

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

Диссертация «Методы и алгоритмы визуализации электрической активности сердца в системах электрокардиодиагностики на основе многоканальной обработки электрокардиосигналов» является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Минобрнауки РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям. Диссертант Чыонг Тхи Лан Нхи

заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Официальный оппонент
кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры
«Биомедицинская техника»
ФГБОУ ВО «Тамбовский
государственный
технический университет»



Коробов Артем Андреевич

Дата: 16.04.2025



ПОДПИСЬ

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ТГТУ



Г.В. Мозгова

16 » апреля 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

Адрес: 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д.106/5, помещение 2

Телефон: +7 (475) 263-10-19

Электронная почта: korobov1991@mail.ru

С отзывом ознакомлена 23.04.2025

Ирина Улит Тхи Ван Нхи.