ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Руденко Михаила Юрьевича «Разработка принципов и методологии косвенного измерения фазовых параметров гемодинамики и создание на их основе многофункционального кардиоанализатора», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.12 – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения»

Актуальность темы диссертационного исследования. Диссертационная работа Руденко М.Ю. посвящена разработке нового метода диагностики сердечно-сосудистой системы, позволяющего на основе фазового анализа сердечного-цикла диагностировать широкий спектр характеристик. Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в работе, создают научную и практическую основу для развития соответствующей технологии, обеспечивая возможность ее дальнейшее совершенствование и оптимизацию. Таким образом, тематика диссертации Руденко М.Ю., является, безусловно, актуальной и соответствует современным приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации.

Автором получены акты о внедрении научных результатов диссертации и ряд патентов, что подтверждает практические цели работы. Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы определяется в каждой конкретной главе по ходу изложения материала.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений общим объемом 234 страницы. Список цитируемой литературы составляет 156 наименований.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Научные положения, вынесенные на защиту, являются обоснованными и подтверждены численными экспериментами и испытаниями разработанного опытного образца гемодинамического анализатора. Достоверность полученных результатов обеспечивается высоким уровнем проведения численного моделирования и использованием экспериментальных исследований. Предложенные теоретические модели качественно и количественно с экспериментальными данными. Достоверность результатов исследования подтверждается также их публикацией в рецензируемых научных журналах и апробацией на научных конференциях.

Научная новизна и практическая значимость работы. Научная значимость диссертации заключается в разработке теоретических и экспериментальных основ фазового анализа сердечного цикла.

Высокая практическая значимость диссертации не вызывает сомнений, учитывая высокий потенциал метода. К наиболее важным и значимым достижениям, определяющим научную новизну диссертационной работы, можно отнести следующие результаты.

1. Разработан метод косвенного измерения объемных фазовых параметров гемодинамики на основе электрокардиографического исследования.

2. Доказано, на основе построения теоремы идентификации фазовых переходов сердечного цикла, что границы фаз сердечного цикла соответствуют экстремумам первой производной ЭКГ.

3. Разработаны критерии определения длительностей фаз сердечного цикла на ЭКГ с помощью экстремумов первой производной.

4. Разработан метод графического математического дифференцирования для анализа электрокардиографических сигналов, направленный на определение диагностически значимых признаков, характеризующих состояние сердечно-сосудистой системы.

5. Разработан способ определения фазовых объёмов крови путем регистрации длительности фаз на ЭКГ и подстановкой их в уравнения гемодинамики, полученные на основе теории сверхтекучести крови.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, библиографического списка, имеющего 156 наименований. Общий объём диссертации 234 страницы, 82 рисунков, 9 таблиц и 32 страницы приложения.

Анализ диссертации по главам.

Во введении обоснован выбор научного направления исследований, показана актуальность решаемых проблем, сформулированы цели и задачи работы, указаны научная новизна и практическая ценность полученных результатов, приведены положения, выносимые на защиту.

Первая глава носит обзорный характер. В ней представлен обзор состояния теоретических основ фазового анализа сердечного цикла. Существующая теория фазового анализа обосновывает только интерпретацию линейных величин длительностей фаз, но не причинно-следственные связи формирования параметров гемодинамики. Для

эффективного практического применения препятствием служило отсутствие теории биофизических процессов, характеризующей критерии идентификации границ фаз сердечного цикла на реальных графиках электрокардиосигналов.

Вторая глава посвящена формулировке теоремы: «границы фаз сердечного цикла соответствуют экстремумам первой производной ЭКГ» и её доказательству. В части доказательства автор приводит теоретическую модель фазовой структуры сердечного цикла, в которой границы фаз определяются экстремумами первой производной ЭКГ. Само доказательство основано на реально полученных данных. Такой подход позволяет согласиться с результатами доказательств теоремы.

В третьей главе приведен графический анализ графиков кардиосигналов на основе их производных. Представлены принципы определения границ фаз сердечного цикла. В связи с автоматической расшифровкой параметров гемодинамики, автор уделяет внимание идентификации признаков границ фаз. Приводится общий алгоритм анализа. На ряду с общим алгоритмом используется частные алгоритмы анализа каждой фазы ЭКГ. Представлен алгоритм анализа Р зубца ЭКГ. Для других фаз ЭКГ, разработаны другие алгоритмы, учитывающие индивидуальные различия форм ЭКГ.

В четвертой главе дана оценка погрешности косвенного измерения параметров гемодинамики разработанным методом. Анализируются результаты клинических испытаний разработанного косвенного метода с прямыми инвазивными методами термодилюции и Фика.

Для оценки достоверности используется оценка согласованности результатов измерений, выполненных двумя различными способами, получившая название по имени авторов: метод Д. Блэнда-Дж. Алтмана. В медицине данный метод получил широкое распространение. Автором было установлено, что разработанный метод в большей степени регистрирует достоверную информацию, чем исследуемые стандартные методы. Это отражено в выводах к главе.

В пятой главе представлены данные реального использования в клинической практике разработанного прибора. Автор отмечает, что в результате достигнутого при разработке метода и прибора появилась возможность исследования границ физиологической нормы параметров

гемодинамики сердечно – сосудистой системы, что ранее не было возможным.

В шестой главе представлены данные о внедрение в клиническую практику разработанного метода графического анализа ЭКГ с помощью первой производной и прибора для гемодинамического анализа. В ней представлены некоторые принципы диагностики, которые характерны для каждой из фаз сердечного цикла. Также, представлены клинические данные мониторинга в реанимации ЭКГ за 6 часов до остановки сердца.

В заключении перечислены основные результаты работы.

В приложении приведена информация об апробации и использовании результатов диссертации.

Автор провел значительные по объему исследования, и постарался всесторонне изучить и описать возможности фазового анализа сердечного цикла, однако по диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. Из текста диссертации неясно, как влияет коморбидность на фазовые показатели гемодинамики и влияет ли она на эффективность разработанных методов и средств.
2. Соискатель предлагает метод графического математического дифференцирования. Так как метод осуществляется посредством анализа цифровых сигналов, то из текста диссертации не ясно, какой метод интерполяции использовался для получения графика ЭКГ и какие (или какой) дифференциальные операторы были использованы для вычисления первой производной.
3. Исследовалась ли вариабельность фаз от цикла к циклу и ее роль в диагностике ИБС?
4. Непонятно, сколько отведений использовал соискатель для сегментации и поиска особых точек ЭКГ?
5. В автореферате очень скромно представлены пятая и шестая главы, а также разделы Рекомендации и Перспективы дальнейших исследований.
6. На рисунке 11 автореферата схема алгоритма сделана неизвестно по какому госту: у некоторых блоков по два выхода, вместо одного.
7. Ошибки нумерации рисунков, например, на странице 144 указан рисунок 47а вместо 55а.
8. В списке литературы диссертации мало публикаций за последние пять лет.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы. Диссертация представляет собой цельное и законченное научное исследование, содержание которого соответствует целям работы и названию диссертации. Все защищаемые научные положения и выводы хорошо обоснованы. Работа выполнена автором на высоком научном уровне, характеризуется новизной и достоверностью полученных результатов, написана понятным и грамотным языком, хорошо оформлена и показывает, несомненно, высокую квалификацию и зрелость автора. Содержание диссертации правильно отражено в автореферате.

Считаю, что содержание диссертационной работы Руденко Михаила Юрьевича и форма ее представления полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки России в редакции Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. за № 842 и «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном автономном государственном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук Автор обладает высокой квалификацией и достоин присуждения степени доктора технических наук по специальности 2.2.12 – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Даю свое согласие на обработку персональных данных в документах диссертационного совета по защите Руденко М.Ю.

Отзыв подготовил Филист Сергей Алексеевич
доктор технических наук, профессор кафедры «Биомедицинская инженерия» ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск;

подпись

30 октября 2026 г.

Подпись
удостоверяю
Специалист по кадрам