

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.375.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 5 июня 2026г. № 12

О присуждении Бодину Андрею Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, **ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Средства электрокардиодиагностики на основе многоканальной регистрации и помехоустойчивой обработки электрокардиосигналов» по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения принята к защите 18.03.2026 (протокол заседания № 8) диссертационным советом 24.2.375.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Министерство науки и высшего образования РФ, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, открыт приказом Минобрнауки России №449/нк от 18.12.2013 г., срок полномочий продлен приказом Минобрнауки России №561/нк от 03.06.2021 г. (Приложение №1, п. 568) на срок действия номенклатуры научных специальностей.

Соискатель Бодин Андрей Юрьевич, 28 апреля 1998 года рождения, в 2021 году окончил специалитет в ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва по специальности 11.05.01. «Радиоэлектронные системы и комплексы». В 2025 году окончил аспирантуру в ФГБОУ ВО «Национальный

исследовательский университет «МЭИ» по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Диссертация выполнена на кафедре основ радиотехники в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Крамм Михаил Николаевич, профессор кафедры основ радиотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва.

Официальные оппоненты:

Авдеева Диана Константиновна, доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Ивахно Наталия Валериевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Газовая динамика» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов в своем положительном отзыве, подписанном Фроловым Сергеем Владимировичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Биомедицинская техника» и утвержденным проректором по научной работе Муромцевым Дмитрием Юрьевичем, **указала, что диссертационная работа соискателя является законченной научно-исследовательской работой**, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения и разработки в области медицинской техники.

Диссертация отвечает критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (ред. от 25.01.2024г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 46 работ, из них в рецензируемых научных изданиях

опубликовано 8 работ (из перечня ВАК), 3 статьи без соавторов, 11 статей в изданиях, индексируемых в SCOPUS, получено 4 патента на изобретение Российской Федерации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бодин, А.Ю. Применение современных информационных технологий для совершенствования скрининговой системы неинвазивной электрокардиодиагностики / А.Ю. Бодин, О.Н. Бодин, М.Н. Крамм, Р.Ф. Рахматуллов, Ф.К. Рахматуллов, Н.А. Сержантова. – Биомедицинская радиоэлектроника. – 2025. – Т. 28. № 5. – 50-57 с. *(Соискатель предложил клиент-серверный подход и структурную схему скрининговой системы неинвазивной электрокардиодиагностики, направленные на ее совершенствование).*

2. Крамм, М.Н. Особенности построения многоэлектродной системы электрокардиологического скрининга / М.Н. Крамм, О.Н. Бодин, А.Ю. Бодин, Т.Л.Н. Чыонг, Г.В. Жихарева. – Медицинская техника. – 2022. – № 5 (335). – 37-41 с. *(Соискатель проанализировал особенности построения модуля регистрации электрокардиосигналов множественных отведений, а также выполнил расчёт требуемого быстродействия и его экспериментальную проверку в системе при реализации конфигурации с 64 измерительными каналами).*

3. Бодин, А.Ю. Клиент-серверная структура и помехоустойчивая передача данных в скрининговой системе неинвазивной электрокардиодиагностики / А.Ю. Бодин. - XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2025. – Т. 14. № 2 (70). С. 17-26. *(Соискатель разработал клиент-серверную структуру скрининговой системы неинвазивной электрокардиодиагностики и предложил способ помехоустойчивой передачи электрокардиографических данных в условиях многоканальной регистрации).*

4. Бодин, А.Ю. Алгоритм работы блока регистрации в многоэлектродной электрокардиологической системе / А.Ю. Бодин, М.Н. Крамм, О.Н. Бодин, Чыонг Тхи Лан Нхи. Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы. Биомедсистемы-2024. Рязань, 2024. – 282–286 с. *(Соискатель разработал алгоритм*

функционирования блока регистрации многоэлектродной электрокардиологической системы, обеспечивающий синхронный сбор, предварительную обработку и передачу электрокардиосигналов множественных отведений).

5. Бодин, А.Ю. Классификация электрокардиографических помех и разработка способа сегментации электрокардиосигнала / А.Ю. Бодин, М.Н. Крамм, Чьонг Тхи Лан Нхи. 2023. Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2023. № 4 (46). – 64–71 с. *(Соискатель провел классификацию электрокардиографических помех и предложил способы, обеспечивающие повышение эффективности помехоустойчивой обработки сигналов).*

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов:

1. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Самара). Отзыв подписал д.т.н., профессор, директор Передовой медицинской инженерной школы Иващенко Антон Владимирович.

2. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Зеленоград). Отзыв подписал к.т.н., доцент института биомедицинских систем Данилов Арсений Анатольевич.

3. ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Таганрог). Отзыв подписала д.т.н., профессор кафедры электрогидроакустической и медицинской техники Старченко Ирина Борисовна.

4. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск). Отзыв подписал д.т.н., профессор кафедры биомедицинской инженерии Филист Сергей Алексеевич.

5. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (г. Казань). Отзыв подписал д.т.н., профессор кафедры приборостроения и мехатроники Хизбуллин Роберт Накибович.

6. ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого» (г. Великий Новгород). Отзыв подписал к.т.н., профессор кафедры нормальной физиологии Бритин Сергей Николаевич.

7. ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (г. Ярославль). Отзыв подписал д.т.н., профессор кафедры

цифровых технологий и машинного обучения Приоров Андрей Леонидович.

8. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы». Отзыв подписал д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Викулов Олег Владимирович.

9. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» (г. Йошкар-Ола). Отзыв подписал к.т.н., доцент кафедры радиотехнические системы Охотников Сергей Аркадьевич.

В отзывах на автореферат указаны следующие замечания:

в работе недостаточно подробно рассмотрены вопросы использования цифрового двойника сердца, ограничения применимости предложенных методов обработки сигналов, а также выбора числа эмпирических мод при разложении ЭМД. Указано на необходимость более детального описания серверной части системы, взаимодействия функциональных блоков цифровой части системы и влияния параметров многоэлектродной регистрации на точность построения карт распределения электрических потенциалов. В ряде отзывов указано на мелкий шрифт отдельных рисунков, наличие отдельных опечаток и стилистических неточностей.

Все замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Все отзывы положительные и содержат вывод о том, что диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Бодин А.Ю. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты имеют опыт научной и практической работы в области медицинской техники, занимаются вопросами обработки биомедицинских сигналов и имеют публикации по тематике, близкой к теме диссертации, что позволяет им дать объективную оценку представленной работы.

Областью исследования официального оппонента д.т.н., доцента Авдеевой Дианы Константиновны является разработка методов регистрации биосигналов в медицинских диагностических системах. За последние 5 лет оппонентом опубликовано 12 научных работ.

Областью исследования официального оппонента д.т.н., доцента Ивахно Наталии Валериевны является разработка математического и программного обеспечения для обработки сигналов и данных. За последние 5 лет оппонентом опубликовано 8 научных работ.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» ведёт исследования в области медицинской техники и биомедицинской инженерии, в том числе по направлениям, связанным с тематикой диссертации, и располагает необходимыми специалистами для её экспертной оценки. За последние 5 лет сотрудниками Горбуновым А.В., Коробовым А.А., Непрокиным А.В., Потловым А.Ю., Судаковым Д.Е. и другими по тематике, близкой к диссертационному исследованию, опубликовано более 30 работ.

Таким образом, выбор официальных оппонентов и ведущей организации соответствует профилю диссертационного исследования и требованиям нормативных документов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработаны** структура и способы реализации системы электрокардиодиагностики, отличающейся использованием цифрового двойника сердца, многоэлектродной регистрацией и помехоустойчивой передачей электрокардиосигналов множественных отведений, позволяющих повысить точность и диагностическую информативность электрокардиографических исследований;

– **предложены** алгоритмы фильтрации высокочастотных и низкочастотных помех в электрокардиосигналах на основе эмпирической модовой декомпозиции с учётом характеристик помех;

– **доказана** перспективность повышения помехоустойчивости передачи

электрокардиосигналов за счёт применения свёрточного кодирования и декодирования по алгоритму Витерби;

– **введены** критерии выявления критических состояний сердца на основе анализа variability интервалов QT электрокардиосигналов и определения значения фракции выброса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказаны** положения, подтверждающие возможность повышения эффективности системы электрокардиодиагностики на основе многоэлектродной регистрации, помехоустойчивой обработки и передачи электрокардиосигналов;

– **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы цифровой обработки сигналов, помехоустойчивого кодирования и математического моделирования;

– **изложены** принципы построения системы электрокардиодиагностики, а также методы определения электрофизиологических характеристик сердца на основе цифрового двойника;

– **раскрыты** особенности применения методов эмпирической модовой декомпозиции при обработке цифровых электрокардиосигналов множественных отведений;

– **изучены** связи между способом многоэлектродной регистрации электрокардиосигналов и характеристиками системы электрокардиодиагностики;

– **проведена модернизация** методов регистрации, передачи и обработки электрокардиосигналов за счёт применения мультиплексной АЦП-подсистемы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– **разработаны и внедрены** средства электрокардиодиагностики в ГБУЗ «Клиническая больница № 6 им. Г.А. Захарьина», г. Пенза, результаты работы используются в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва;

– **определены** параметры электронного блока регистрации и разработано программное обеспечение серверной части системы электрокардиодиагностики;

– **создана** методика построения и реализации системы

электрокардиодиагностики, включающей жилет с предустановленными электродами, блок регистрации и программное обеспечение для серверной обработки;

– **представлены** предложения по разработке и дальнейшему совершенствованию систем электрокардиодиагностики на основе многоканальной регистрации и помехоустойчивой обработки электрокардиосигналов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

– **для экспериментальных работ** измерения проводились с использованием сертифицированного оборудования;

– **теория** основана на современных положениях цифровой обработки сигналов, помехоустойчивого кодирования, математического моделирования и не противоречит опубликованным данным по теме диссертации;

– **идея базируется** на анализе практически используемых систем электрокардиографического скрининга и методах обработки сигналов;

– **использованы** результаты сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

– **установлено**, что полученные автором результаты не противоречат известным данным, опубликованным в научной литературе по тематике исследования;

– **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, основанные на многоэлектродной регистрации, цифровой обработке и помехоустойчивой передаче электрокардиосигналов.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии в постановке задач, разработке основных методов и средств, проведении научных экспериментов, апробации результатов исследования, в подготовке основных публикаций.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- недостаточно подробно раскрыты особенности цифрового двойника сердца пациента, включая используемую модель, способ задания индивидуальных параметров и порядок их передачи в серверную часть системы;

