

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.029.03,

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15 декабря 2023 года № 25

О присуждении Стадниченко Никите Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах риска панкреатита, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта» по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки) принята к защите 12 сентября 2023 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом 99.2.029.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94), федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (302026, г. Орел, ул. Комсомольская д. 95), федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85) приказом №1196/нк от 07 октября 2016 года (№1215/нк от 12 октября 2022 года).

Соискатель Стадниченко Никита Сергеевич, 29 ноября 1995 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» с присвоением квалификации магистр по направлению подготовки «Информационные системы и технологии». В 2023 году окончил очную аспирантуру при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Юго-Западный государственный университет», работает преподавателем на кафедре программной инженерии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре биомедицинской инженерии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Шаталова Ольга Владимировна, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», кафедра биомедицинской инженерии, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Горбунов Вячеслав Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет», кафедра автоматики и вычислительной техники института математики, естественных и компьютерных наук, профессор кафедры;

Петрунина Елена Валерьевна – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», кафедра СМАРТ-технологий, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, в своем **положительном отзыве**, подписанном Тарасовым Сергеем Павловичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой электрогидроакустической и медицинской техники ИНЭП ЮФУ, утвержденном проректором по научной и исследовательской деятельности Метелица Анатолием Викторовичем, доктором химических наук, с.н.с., указала, что диссертация Стадниченко Никиты Сергеевича «Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах риска панкреатита, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи разработки и внедрения в практическое здравоохранение высокоэффективных средств интеллектуальной поддержки принятия решений при диагностике и дифференциальной диагностике заболеваний поджелудочной железы. Предложенные методы, модели и алгоритмы актуальны для построения систем управления, прогнозирования, принятия решений в условиях неопределенности и использования нечеткой исходной информации. Сформулированные выводы достаточно обоснованы, основные полученные результаты в полной мере отражены в имеющихся авторских публикациях, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ и изданиях Scopus. Работа отвечает требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. и требованиям паспорта специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки). Автор диссертации,

Стадниченко Никита Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, общим объемом 12,6 печатных листа, в том числе по теме диссертации опубликовано 22 научные работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 (7 печатных листа, авторский вклад 65%), одна публикации Scopus (0,3 печатных листа, авторский вклад 50%), один патент на изобретение (1,5 печатных листа, авторский вклад 50%). Соискателем опубликовано 14 работ в материалах международных и всероссийских конференций (3,8 печатных листа, авторский вклад 70%).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Мирошников, А.В. Модели импеданса биоматериала для формирования дескрипторов в интеллектуальных системах диагностики инфекционных заболеваний / А.В. Мирошников, Н.С. Стадниченко, О.В. Шаталова, С.А. Филист // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т.8, № 4. – С. 1-14. URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=864>. DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.018.

2. Шаталова, О.В. Биомедицинская спектроскопия в классификаторах функционального состояния органов и систем человека, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта / О.В. Шаталова, А.В. Серебровский, Н.С. Стадниченко, А.Ю. Новоселов, А.В. Лях // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 100-113.

3. Шаталова, О.В. Развитие технологии биоимпедансной спектроскопии в системах поддержки принятия врачебных решений / О.В. Шаталова, Н.С. Стадниченко, М.А. Ефремов, А.Ю. Новоселов, И.А. Башмакова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 143-169.

На автореферат диссертации поступили 4 отзыва из организаций: ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», подписан доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры автоматизации и вычислительной техники института математики, естественных и компьютерных наук, и.о. заведующего кафедрой информационно-вычислительных систем Кузьминым Андреем Викторовичем. (Отзыв положительный. Замечания: 1. В автореферате не указаны параметры группы испытуемых, а также параметры обучающей и тестовых выборок. 2. Из текста автореферата не вполне понятно, по сравнению с чем обеспечивается повышение качества классификации риска заболеваний поджелудочной железы не менее чем на 10%. Не ясно, что было взято за «прототип», поскольку по данным автора, в сравнении с ультразвуковыми исследованиями результаты оказались сопоставимы. 3. Приведенная в списке статья 7 не относится напрямую к измерению импеданса); ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»», подписан доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры основ радиотехники

Краммом Михаилом Николаевичем (Отзыв положительный. Замечание: В автореферате не описаны структуры модулей в мультимодальном классификаторе, представленном на рисунке 6, а также способ агрегации их решений); ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры технического управления качеством Бодиныным Олегом Николаевичем. (Отзыв положительный. Замечания: 1. Из текста автореферата непонятно, что понимается под повсеместно используемым термином «качество диагностики» (см. стр. 3, 15, 16, 17), и, судя по тексту автореферата, аналогичным ему термином «качество дифференцирования риска заболеваний поджелудочной железы» (см. стр. 5, 6, 7)? 2. Рисунки 1, 2, 3 автореферата иллюстрируют функционирование разработанного гибридного классификатора риска заболеваний поджелудочной железы (ПЖ). Этими рисунками заканчивается описание содержания главы 2 и отмечается, что «Для каждой импедансной диаграммы формируем два вектора информативных признаков» (см. стр. 10). При этом не уточняется, какие «информативные признаки» риска заболеваний ПЖ используются в разработанном гибридном классификаторе для заявленного повышения на 10% качества диагностики разработанного классификатора? 3. На этапе дефазификации (см. стр.13) не указан метод преобразования нечеткого множества в четкое число. 4. На странице 15 описывается СППВР, которая включает ГНС, состоящий(ая) из четырех автономных интеллектуальных агентов. На странице 16 автореферата на рисунке 6 ядро СППВР представлено мультимодальным классификатором с такой же структурой, что и ГНС, описанный(ая) на странице 15 автореферата. Возникает вопрос, эта та же ГНС, структура которой представлена на странице 11 автореферата, или эта аббревиатура чего-то другого? 5. В списке научных работ, опубликованных по теме диссертации, отсутствуют единоличные публикации соискателя); ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», подписан доктором доктор технических наук, профессором, проректором по цифровой трансформации Чопоровым Олегом Николаевичем (Отзыв положительный. Замечание: Из автореферате не ясно, из каких соображений осуществлялся выбор поддиапазонов частот, представленных на странице 9 автореферата и на графике рисунок 3 автореферата).

На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты обладают высокой компетентностью в области исследования систем поддержки принятия врачебных решений, наличием публикаций за последние пять лет в ведущих рецензируемых научных изданиях по теме диссертационной работы, что позволило им определить научную и практическую ценность диссертации. Ведущая организация является передовым научно-исследовательским образовательным учреждением в области систем интеллектуальной поддержки принятия решений, в том числе и в области медицины, обладает высококвалифицированными научными специалистами, известными в стране и за рубежом, специализирующимися в области проблематики диссертационной работы. Официальные оппоненты не имеют

совместных проектов и совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан гибридный классификатор риска заболеваний поджелудочной железы, построенный на основе спектроскопии биоимпеданса, включающий два автономных агента на нижнем иерархическом уровне, в первом из которых дескрипторы сформированы на основе локальной аппроксимации графика Коула модифицированной моделью Войта, а во втором – на основе глобальной аппроксимации графика Коула;

предложена методика формирования дескрипторов для гибридного классификатора риска заболеваний поджелудочной железы, основанная на локальной и глобальной аппроксимациях графика Коула, что позволило синтезировать классификатор риска заболеваний поджелудочной железы с иерархической структурой;

доказана перспективность использования гибридных моделей классификаторов в интеллектуальных системах классификации риска заболеваний поджелудочной железы;

введены понятия, характеризующие процедуру биоимпедансной спектроскопии в системах поддержки принятия врачебных решений: гексада информативных признаков, гибридная нейронная сеть с пятью макрослоями, байесовская логико-вероятностная модель нечетких решающих правил.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о формировании дескрипторов для классификаторов риска заболеваний поджелудочной железы;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс базовых методов биоимпедансных исследований, в том числе теоретических основ электротехники, математической статистики, нечеткой логики принятия решений, теории нейронных сетей;

изложены идеи классификации риска заболеваний поджелудочной железы, основанные на моделях гибридных классификаторов с дескрипторами, полученными по результатам биоимпедансной спектроскопии;

раскрыты особенности байесовского логико-вероятностного подхода при синтезе макрослоев гибридной нейронной сети, предназначенной для интеллектуальной поддержки дифференциальной диагностики риска заболеваний поджелудочной железы;

изучены методы формирования дескрипторов, основанные на спектроскопии биоимпеданса;

проведена модернизация модели Войта, что позволило повысить показатели качества гибридной нейронной сети при дифференцирования риска заболеваний поджелудочной железы не менее чем на 10%.

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

разработанные методы, модели и алгоритмы внедрены в образовательный процесс Юго-Западного государственного университета при подготовке магистров по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» и прошли испытания в Клиническом Научно-Медицинском центре «Авиценна» г. Курска, которые показали целесообразность их использования в системах поддержки принятия решений при диагностике заболеваний поджелудочной железы;

определены перспективы практического использования гибридных моделей классификаторов в системах поддержки принятия врачебных решений;

создана система поддержки принятия врачебных решений, предназначенная для диагностики заболеваний поджелудочной железы с мультиагентной структурой;

представлены практические рекомендации по дальнейшему совершенствованию систем поддержки принятия врачебных решений в практике диагностики заболеваний поджелудочной железы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов биоимпедансной спектроскопии у пациентов с заболеваниями поджелудочной железы;

теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, все теоретические результаты согласуются с опубликованными экспериментальными данными и результатами практического внедрения созданных методов, алгоритмов и моделей;

идея базируется на анализе практики обработки результатов биоимпедансной спектроскопии, а также на теоретических и практических работах по использованию мультимодальных классификаторов в экспертных системах медицинского назначения;

использовано сравнение авторских данных, и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике

использованы известные и авторские методы обработки, анализа и классификации биомедицинских данных, при разработке нечетких моделей в качестве инструментария использовался MATLAB 2018b со встроенным пакетом Fuzzy Logic Toolbox и с графическим интерфейсом пользователя для Neural Network Toolbox.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методов построения гибридных нейросетевых моделей классификации риска заболеваний поджелудочной железы, в непосредственном участии в получении исходных данных и научных экспериментах, в апробации результатов исследования, разработке ключевых модулей экспериментального программного обеспечения, обработке и интерпретации результатов биоимпедансной спектроскопии, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. Требуется пояснение логика решения обратной задачи посредством декомпозиции ее на ряд локальных задач путем формирования смежных триад на графике Коула. 2. В диссертации и автореферате не раскрывается понятие «ортогональное отведение» и не приведена методика их выбора и оптимизации. 3. Целесообразно было бы более подробно описать проведенные исследования импедансных диаграмм, показывающие целесообразность деления амплитудного диапазона биоимпеданса на шесть поддиапазонов при формировании гексады дескрипторов для непараметрического классификатора.

Соискатель, Стадниченко Никита Сергеевич, исчерпывающе ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию выбранных им алгоритмических решений по построению гибридных нейросетевых классификаторов по оценке риска заболеваний поджелудочной железы, детализировал и пояснил процесс формирования дескрипторов на основе результатов биоимпедансной спектроскопии.

На заседании 15 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение: за успешное решение научно-технической задачи по разработке системы поддержки принятия врачебных решений, позволяющей повысить качество оказания медицинской помощи пациентам с патологией поджелудочной железы, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, присудить Стадниченко Никите Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования в удаленном интерактивном режиме диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, воздержавшихся – нет.

Председателя
диссертационного совета

Филист Сергей Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Милостная Наталья Анатольевна

15 декабря 2023 года

