

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 № 26

О присуждении Бутусову Андрею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка интеллектуальной системы по диагностике степени тяжести внебольничной пневмонии на основе нейронечетких моделей классификаторов» по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки) принята к защите 06 октября 2023 г. (протокол заседания № 21) 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 Бутусов Андрей Владимирович, 13 февраля 1978 года рождения, в 2000 г. окончил Военную инженерно-космическую академию имени А.Ф. Можайского с присвоением квалификации радиоинженер по направлению подготовки (по специальности) «Радиоэлектронные системы». В настоящее время обучается в очной аспирантуре при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, работает инженером на кафедре биомедицинской 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, профессор Филист Сергей Алексеевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», кафедра биомедицинской инженерии, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Истомина Татьяна Викторовна – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра основ радиотехники, профессор кафедры;

Коржук Николай Львович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», кафедра приборов и биотехнических систем, профессор кафедры

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», г. Пенза, в своем положительном отзыве, подготовленном и подписанном Тычковым Александром Юрьевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Радиотехника и радиоэлектронные системы», утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности Васиным Сергеем Михайловичем, доктором экономических наук, профессором, указала, что диссертация Бутусова Андрея Владимировича «Разработка интеллектуальной системы по диагностике степени тяжести внебольничной пневмонии на основе нейронечетких моделей классификаторов» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи разработки и внедрения в практическое здравоохранение высокоэффективных средств интеллектуальной поддержки принятия решений при определении степени тяжести внебольничной пневмонии с учетом адаптационного потенциала организма. 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. 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, Бутусов Андрей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, общим объемом 7,2 печатных листа, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них в

рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 (3,5 печатных листа, авторский вклад 65%). Соискателем опубликовано 11 работ в материалах Международных и Всероссийских конференций (3,7 печатных листа, авторский вклад 70%).

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

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Бутусов, А.В. Алгоритмы мониторинга эффективности терапевтических и реабилитационных процедур по показателям клинического анализа крови в системе поддержки принятия врачебных решений / А.В. Бутусов, А.В. Киселев, Е.В. Петрунина, Р.И. Сафронов, В.В. Песок, А.Е. Пшеничный // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2023. – Т. 13, №1. - С. 170 - 190.

2. Бутусов, А.В. Метод и алгоритмы локализации кластеров адаптационного потенциала в биотехнических системах реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья / А.В. Бутусов, А.В. Киселев, Х.А. Хайдер Алавси, Е.В. Петрунина, Р.И. Сафронов, Л.В. Шульга // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, №2. – С. 1 - 20. - URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1333>. - DOI: 10.26102/2310-6018/2023.41.2.012.

3. Бутусов, А.В. Нейронечеткие сети для систем дистанционного мониторинга амбулаторных пациентов с заболеваниями органов дыхания / А.В. Бутусов, А.Х. Алавси Хайдер, Р.А. Карачевцев, А.Ю. Сухомлинов, С.А. Филист // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. - Т.11, №3. – С. 1 – 16. - URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1425>. - DOI: 10.26102/2310-6018/2023.42.3.016.

На автореферат диссертации поступили 4 отзыва из организаций: ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», подписан доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры автоматизации и вычислительной Горбуновым Вячеславом Алексеевичем (Отзыв положительный. Замечание: На странице 11 автореферата не приведены конкретные примеры агрегаторов для нечетких моделей (9) и (10)); ООО «АТЕС МЕДИКА СОФТ», подписан кандидатом технических наук, директором по качеству, начальником конструкторско-производственного отдела Шамаевым Дмитрием Михайловичем (Отзыв положительный. Замечания: 1. На странице 13 автореферата соискатель приводит две формулы, агрегирующие нечеткую информацию предшествующих слоев. Из контекста ясно, что это аналогичные формулы и должны отличаться только операндами. Однако в формулах есть некоторые отличия в записях, которые нельзя понять из текста автореферата. 2. В автореферате на рисунке 3 выходов блоков FNN имеют одинаковое обозначение с выходами блоков FNN*: $K1_{\omega 1}, K2_{\omega 2}, \dots, KL_{\omega L}$. Эти выходы имеют какие – то функциональные отличия или это ошибка индексации?); ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», подписан Кравчуком Денисом Александровичем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры электрогидроакустической и медицинской техники Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, (Отзыв положительный. Замечание: На странице 17 автореферата приведены две линейные модели медицинского риска (формулы (3) и (4)), но не указано, как были определены параметры этих моделей); ФГБОУ ВО «Кубанский

государственный университет», подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры математики, информатики, естественно-научных и общетехнических дисциплин филиала Кубанского государственного университета в г. Славянске-на-Кубани (Отзыв положительный. Замечание: На странице 10 автореферата внутри блоков рисунка 2 не расшифрованы аббревиатуры и символы).

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 метод локализации кластеров адаптационного потенциала в биотехнических системах дистанционного мониторинга состояния здоровья амбулаторных больных, позволяющий синтезировать решающие модули оценки динамики состояния здоровья пациента в процессе лечения в кластерном пространстве факторов медицинского риска;

предложена нейронечеткая модель классификатора степени тяжести внебольничной пневмонии, позволяющая повысить показатели качества классификации степени тяжести внебольничной пневмонии при наличии коморбидности, в среднем, на 12%, по сравнению с классификатором, в котором не учитывалась коморбидность;

доказана перспективность использования нейронечетких моделей классификаторов в интеллектуальных системах дистанционного мониторинга степени тяжести внебольничной пневмонии;

введены понятия «биоимпедансная модель адаптационного потенциала», «текущая модель коморбидности», «декомпозиция ритмов на двумерной частотной плоскости», характеризующие процедуры мониторинга степени тяжести внебольничной пневмонии у амбулаторных больных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о мониторинге динамики патологии системы дыхания;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс базовых методов биомедицинских исследований и анализа их результатов, в том числе теория функциональных систем, теория синтеза обучаемых классификаторов, теория нечеткого логического вывода и математической статистики;

изложены идеи классификации риска заболеваний системы дыхания, основанные на моделях шкал степени тяжести внебольничной пневмонии, а также моделях риска коморбидных заболеваний;

раскрыты особенности метода синтеза гибридных нейронных сетей с макрослоями, предназначенных для оценки степени тяжести внебольничной пневмонии, позволяющих интегрировать в медицинский риск степень тяжести коморбидных заболеваний;

изучены модели и способы формирования кластеров адаптационного потенциала в пространстве суррогатных маркеров;

проведена модернизация гибридной нейронной сети с макрослоями, позволяющая классифицировать риск сопутствующего заболевания, что повысило качество классификации степени тяжести внебольничной пневмонии по сравнению с нейронечетким классификатором, в среднем, на 12%.

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 кардиореспираторных заболеваний;

определены перспективы практического использования гибридных нейронных сетей в системах дистанционного мониторинга функционального состояния амбулаторных больных;

создана система поддержки принятия врачебных решений, предназначенная для мониторинга степени тяжести внебольничной пневмонии, дополненная модулем оценки риска коморбидного заболевания, что позволило повысить качество оценки степени тяжести внебольничной пневмонии и осуществлять мониторинг эффективности ее плана лечения;

представлены практические рекомендации по дальнейшему совершенствованию систем поддержки принятия врачебных решений в практике прогнозирования риска кардиореспираторных заболеваний.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов классификации риска кардиореспираторных заболеваний;

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 биомедицинских данных, а также на теоретических и практических работах по использованию гибридных нейронных сетей в системах дистанционного мониторинга 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.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методов построения гибридных нейросетевых моделей классификации степени тяжести внебольничной пневмонии, моделей оценки степени риска коморбидных заболеваний и моделях динамики медицинского риска кардиореспираторной системы, в непосредственном участии в получении исходных данных и научных экспериментах, в апробации результатов исследования, разработке ключевых модулей экспериментального программного обеспечения, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. Во второй главе не достаточно полно выполнен анализ и обоснование выбора импедансной модели в виде цепочки звеньев Войта в качестве модели адаптационного потенциала живой системы. 2. В третьей главе диссертационной работы не в полной мере раскрыты преимущества и/или недостатки применения MATLAB 2018b со встроенным пакетом Fuzzy Logic Toolbox для разработки гибридных нечетких моделей принятия решений. Не приведен анализ других известных пакетов математического моделирования гибридных нечетких моделей, например, Fuzzy Logic systems, Anytime Systems, LAD, TILS и другие. 3. На странице 17 автореферата приведены две линейные модели медицинского риска (формулы (3) и (4)), но не указано, как были определены параметры этих моделей.

Соискатель, Бутусов Андрей Владимирович, исчерпывающе ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию выбранных им алгоритмических решений по построению гибридных нейросетевых классификаторов по оценке степени тяжести внебольничной пневмонии, детализировал и пояснил процесс вычисления показателей диагностической эффективности предложенных методов и моделей оценки функционального состояния системы дыхания.

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 кардиореспираторной системы, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, присудить Бутусову Андрею Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования в удаленном интерактивном режиме диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, воздержавшихся – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Иващук Ольга Александровна

Ученый секретарь
диссертационного совета

Милостная Наталья Анатольевна

15 декабря 2023 года

