

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Стадниченко Никиты Сергеевича

на тему «Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах риска панкреатита, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. – Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

Актуальность представленной работы не вызывает сомнений и заключается в применении неинвазивных методов получения диагностической информации о состоянии поджелудочной железы, а именно биоимпедансной спектроскопии, и обработке полученных данных с использованием методов искусственного интеллекта, что соответствует современным тенденциям обработки медико-биологической информации.

Целью работы является повышение эффективности диагностики заболеваний поджелудочной железы с использованием методов биоимпедансной спектроскопии и методов искусственного интеллекта.

Новыми научными результатами в диссертационном исследовании являются:

- гибридный классификатор медицинского риска, построенный на основе данных биоимпедансных исследований, включающий дескрипторы, сформированные на основе локальной аппроксимации импедансной диаграммы модифицированной моделью Войта, и дескрипторы на основе глобальной аппроксимации импедансной диаграммы;

- гибридная нейронная сеть с пятью макрослоями, выполненными на основе вероятностной нейронной сети и моделей нечеткого логического вывода, организованной по иерархическому принципу и получающая на вход данные биоимпедансного исследования, а на выходе предоставляющая результаты классификации рисков заболеваний поджелудочной железы;

- способ синтеза модулей второго макрослоя гибридной нейронной сети, основанный на байесовской логико-вероятностной модели нечетких решающих правил.

Практическая значимость определяется тем, что использование предложенных автором аппаратных и программных средств позволяет выполнять дифференциальную диагностику заболеваний поджелудочной железы.

Достоверность полученных результатов исследования обеспечена корректным использованием теоретических основ биоимпеданской спектроскопии, искусственных нейронных сетей и нечеткого логического вывода, а также согласованностью результатов с результатами других исследований; опытом практической реализации результатов исследований в учебном процессе и в медицинской практике; обсуждением результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях, публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях.

### Замечания

1. В автореферате не указаны параметры группы испытуемых, а также параметры обучающей и тестовой выборки.

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 ультразвуковым исследованием результаты оказались сопоставимы.

3. Приведенная в списке основных трудов статья 7 не относится напрямую к исследованию биоимпеданса.

Указанные замечания в целом не снижают научной и практической значимости работы.

#### Заключение

Считаю, что диссертация Стадниченко Никиты Сергеевича удовлетворяет требованиям ВАК РФ. По степени научной новизны, актуальности, практической значимости и уровню опубликованных научных работ диссертация представляет собой целостный, законченный научный труд, а ее автор, Стадниченко Никита Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. – Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки).

д.т.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой  
«Информационно-вычислительные системы»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
университет»

Кузьмин Андрей Викторович

« 13 » 11 2023 г.

Кузьмин Андрей Викторович

Адрес: 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40, ПГУ, 7 корпус, 4 этаж, аудитория 7а- 408

Тел.: +7(8412) 66-65-70

E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru

Научная специальность: 05.11.17 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения». Ученая степень д.т.н. присуждена в 2020 году.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»

Адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40

Тел.: +7 (8412) 66-64-19

E-mail: cnit@pnzgu.ru

Я, Кузьмин Андрей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Стадниченко Никиты Сергеевича, и их дальнейшую обработку.



Кузьмин А.В.  
заверяю

секретарь Ученого Совета

О.С. Дорофеев

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Стадниченко Никиты Сергеевича на тему «Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах риска панкреатита, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. – Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

### Актуальность диссертационной работы

В сложившихся современных условиях традиционные факторы риска и методические подходы к построению интеллектуальных систем прогнозирования медицинских рисков недостаточны для надежного предсказания возникновения риска заболеваний поджелудочной железы. Поэтому перспективны исследования, направленные на разработку новых неинвазивных методов диагностики, основанных на использовании современных компьютерных и телекоммуникационных технологий, позволяющих не только идентифицировать ранние проявления патологического очага, но и планировать профилактические и терапевтические мероприятия.

### Научная новизна и значимость результатов

В диссертационном исследовании приведены методы применения компьютерных технологий для формирования дескрипторов для классификации риска заболеваний поджелудочной железы, основанные на биоимпедансных моделях пассивных электрических свойств биоматериалов. Научная новизна работы состоит в разработке методов и алгоритмов построения гибридных нейросетевых моделей классификаторов медицинского риска на основе спектроскопии импеданса биоматериалов в экспериментах *in vivo*.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в исследовании и моделировании опосредованных связей пассивных электрических свойств биоматериала и патологического состояния организма человека. Практическая значимость работы заключается в возможности применения описанных методов и алгоритмов для построения систем поддержки принятия врачебных решений.

### Замечание по автореферату

В автореферате не описаны структуры модулей в мультимодальном классификаторе, представленном на рисунке 6, а также способ агрегации их решений. Указанный недостаток не снижает научную и практическую значимость диссертационной работы.

### Заключение

Судя по автореферату, считаю, что диссертационное исследование является завершенной научно-квалификационной работой. Работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, а ее автор, Стадниченко Никита Сергеевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук.

Крамм Михаил Николаевич, доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры «Основы радиотехники» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва  
e-mail: Krammmn@mei.ru, тел. +7 (495) 362-71-04

Адрес: 111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная, 1  
Научные специальности: 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения;  
2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие системы

Подпись профессора Крамма М.Н. удостоверяется



Заместитель начальника  
Информационно-аналитического центра  
И.И. ПОЛЕВАЯ

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Стадниченко Никиты Сергеевича** на тему «Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах риска панкреатита, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Мировая индустрия охраны здоровья проходит сейчас через поистине революционные преобразования. Меняются не только технологии, методики и стандарты лечения, но и сам подход к организации здравоохранения. В частности, в странах-лидерах отчетливо наблюдается смена парадигмы в сторону активной профилактики и предотвращения, а не лечения, заболеваний и стремление к сокращению стационарной помощи в пользу амбулаторного лечения, ухода на дому и самостоятельной заботы пациентов о собственном здоровье.

Интеллектуальные системы, построенные на базе машинного обучения и технологий искусственного интеллекта, продемонстрировали большую перспективность в прогнозировании и выявлении угроз общественному здравоохранению, а также улучшение результатов ведения пациентов высокого риска. По мере того, как они продолжают совершенствоваться, медицинские работники будут все больше и больше использовать этот мощный инструмент для оказания пациентам более точной, своевременной профилактической помощи.

Однако, для разработки таких систем требуется привлечение опытных клиницистов и медицинских экспертов, причем не только на этапе постановки задачи – но и на этапе тестирования и оценки результатов опытных эксплуатаций. Такие специалисты редки и заняты, что приводит к длительности, сложности и затратности этого процесса. Поэтому возникает необходимость разработки новых методов классификации медицинских рисков, совершенствование которых не представляется возможным без использования современных компьютерных технологий.

Целью диссертационной работы является развитие методов построения систем поддержки принятия врачебных решений по классификации медицинского риска, основанных на мультиагентных системах и биоимпедансной спектроскопии.

Автор представляет к защите научные положения (стр. 6 автореферата), обладающие теоретической значимостью, позволяющие разработать гибридные классификаторы для интеллектуальной поддержки диагностики заболеваний поджелудочной железы.

Научные положения диссертации обоснованы теоретически и иллюстрируются с помощью вычислительных экспериментов на основе обработки реальной медико-биологической информации, полученной в результате клинических исследований в учреждениях здравоохранения. Выполненные в процессе теоретического обоснования математические преобразования являются корректными, полученные выводы не противоречат известным и широко используемым положениям теории и практики распознавания образов. Вычислительные эксперименты спланированы, включая обоснование интерпретации их результатов. Таким образом, как следует из автореферата, полученные в диссертации результаты являются достоверными.

Теоретическая значимость работы заключается, по нашему мнению, в гибридных моделях искусственного интеллекта, на основе нейросетевых классификаторов и систем нечеткого логического вывода.

Следует отметить, что разработанные алгоритмы формирования процедур обработки и классификации медико-биологических данных в системах поддержки принятия решений по риску заболеваний поджелудочной железы носят более общий характер и могут быть применены после соответствующей доработки и для анализа риска других социально значимых заболеваний, что придает работе фундаментальный характер.

### Замечания

К замечаниям по автореферату диссертации можно отнести следующее:

1. Из текста автореферата непонятно, что понимается под повсеместно используемым терминами «качество диагностики» (см. стр. 3, 15, 16, 17), и, судя по тексту автореферата, анало-

гичным ему термином «качество дифференцирования риска заболеваний поджелудочной железы» (см. стр. 5, 6, 7)? В медицине общепринятым термином является «чувствительность диагностики».

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 с разработанным классификатором?

3. На этапе дефазсификации (см. стр. 13) не указан метод преобразования нечеткого множества в четкое число.

4. На странице 15 описывается система поддержки принятия врачебных решений (СППВР), которая включает гибридную нейронную сеть (ГНС), состоящую из четырех автономных интеллектуальных агентов. На странице 16 автореферата на рисунке 6 ядро СППВР представлено мультимодальным классификатором с такой же структурой, что и ГНС, описанная 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.

#### Заключение

Несмотря на замечания, считаю, что диссертация Стадниченко Никиты Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, содержащей совокупность технических решений, имеющих существенное значение для развития методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки анализа биомедицинских данных, и соответствует паспорту специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Полученные автором результаты достоверны, а выводы обоснованы. Соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры «Техническое управление качеством» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
доктор технических наук, профессор

О.Н. Бодин

Бодин Олег Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессора кафедры «Техническое управление качеством» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет»

Адрес: 440011, г. Пенза, ул. Карпинского, д. 25, кв. 3

Телефон: +7(963)098-04-53

E-mail: bodin\_o@inbox.ru

Шифр и наименование научной специальности в соответствии с номенклатурой, по которой была защищена диссертация лица, представившего отзыв:

05.11.17 - Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Подпись доктора технических наук, профессора Бодина О.Н. заверяю:

Ученый секретарь ученого совета ФГБОУ ВО

«Пензенский государственный технологический университет»

к.п.н., доцент

Адрес организации ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»  
440039, Российская Федерация, Приволжский федеральный округ, г. Пенза, проспект Будущее, д. Гагарина, д. 1а/11, тел.: +7 (8412) 49-54-41



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Стадниченко Никиты Сергеевича на тему «Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах риска панкреатита, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. – Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

Развитие систем интеллектуальной поддержки принятия врачебных решений (СППВР) на основе методов машинного обучения требует развития методологии моделирования живых объектов с целью получения дескрипторов – входных независимых переменных для классификаторов функционального состояния (ФС) живого объекта, позволяющих адекватно идентифицировать его ФС в настоящем и прогнозировать его будущее.

Одним из широко развивающихся направлений диагностики и прогнозирования ФС живых систем являются биоимпедансная спектроскопия. Однако модель биоимпеданса, полученная на основе этого метода, не однозначно определяет ФС живой системы, то есть не позволяет оценить изменения импеданса в его отдельных компонентах и сегментах, что требует продолжения исследований в этой области.

В диссертационном исследовании разработаны методы применения компьютерных технологий для поддержки принятия клинических решений при диагностике заболеваний поджелудочной железы, основанные на биоимпедансных моделях пассивных электрических свойств биоматериалов. Научная новизна работы состоит в разработке методов и алгоритмов построения гибридных моделей классификаторов медицинского риска на основе неинвазивных исследований импеданса биоматериалов в экспериментах *in vivo*.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в исследовании и моделировании опосредованных связей пассивных электрических свойств биоматериала и патологического состояния организма человека. Практическая значимость работы заключается в возможности применения разработанных методов и алгоритмов для построения систем поддержки принятия врачебных решений при диагностике и дифференциальной диагностике заболеваний поджелудочной железы.



### Замечание

Из автореферата не ясно, из каких соображений осуществлялся выбор поддиапазонов частот, представленных на странице 9 автореферата и на графике рисунок 3 автореферата.

### Заключение

Указанное замечание не снижает научной и практической значимости работы. Считаю, что диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Стадниченко Никита Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Проректор по цифровой трансформации  
Воронежского государственного медицинского  
университета им. Н.Н. Бурденко  
доктор технических наук, профессор  
29 ноября 2023 г.



Чопоров Олег Николаевич

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко  
Почтовый адрес: 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10  
Телефон: +7 (473) 210-49-716 доб. 239  
E-mail: [onchoporov@vrngmu.ru](mailto:onchoporov@vrngmu.ru)  
Научная специальность: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Подпись *С.И. Скорынин*  
**ЗАВЕРЯЮ**  
Начальник управления кадров ФГБОУ ВО ВГМУ  
имени Н.Н. Бурденко Минздрава России  
*С.И. Скорынин*  
11 2023г.

