

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.08,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 10 ноября 2023 г. № 3  
о присуждении Давыдову Никите Сергеевичу, гражданину Российской  
Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Анализ одного класса последовательностей биомедицинских изображений с доменной адаптацией нейросетевых моделей и обучением на основе условно-реальных данных» по специальности 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение принята к защите 30 августа 2023 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.2.379.08, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства образования и науки Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34), приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.01.2023 г. №70/нк, с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 22.06.2023г. №1326/нк.

Соискатель Давыдов Никита Сергеевич, 04.02.1994 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева». В 2022 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева». В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры технической кибернетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технической кибернетики

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и в лаборатории интеллектуального анализа видеоданных Института систем обработки изображений РАН - филиала Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук».

**Научный руководитель** – Храмов Александр Григорьевич, доктор технических наук, доцент; федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева»; кафедра технической кибернетики, профессор кафедры.

**Официальные оппоненты:**

Обухова Наталия Александровна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», декан факультета радиотехники и телекоммуникаций;

Малых Валентин Андреевич, кандидат технических наук, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук, -

**дали положительные отзывы** на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации имени А. А. Харкевича Российской академии наук, г. Москва, **в своем положительном заключении**, подписанном заведующим лабораторией №11 «Зрительные системы», кандидатом физико-математических наук Николаевым Дмитрием Петровичем, утвержденном директором, доктором химических наук, членом-корреспондентом РАН Федоровым Максимом Валериевичем, указала, что диссертационная работа Давыдова Никиты Сергеевича по своей актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, характеру изложения и оформления полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ. Суммарный объем опубликованных работ составляет 4,37



п.л., из них на личную долю соискателя приходится 3,07 п.л. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: метод доменной адаптации нейросетевых моделей, алгоритм генерации условно-реальных данных для предварительного обучения нейросетевой модели, архитектура свёрточно-рекуррентной нейросетевой модели для обнаружения ступенчатых аномалий в данных движения головы, программная реализация модуля контроля качества и библиотеки `python-rtspm` и экспериментальные исследования рекурсивных методов расчёта параметров качества.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы:

1. Давыдов, Н. С. Нейросетевое обнаружение ступенчатых аномалий в параметрах движения головы для функциональной МРТ с адаптацией на основе метаобучения / Н.С. Давыдов, В. В. Евдокимова, П. Г. Серафимович, В. И. Проценко, А. Г. Храмов, А. В. Никоноров // Компьютерная оптика. – 2023. – Т. 47, № 6. – 18 с. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1337. (статья 1,04 п.л./0,74 п.л.)

2. Davydov, N. S. Real-time and Recursive Estimators for Functional MRI Quality Assessment / N. S. Davydov, L. Peek, T. Auer, E. Prilepin, N. Gninenko, D. Van De Ville, A. V. Nikonorov, Y. Koush // Neuroinformatics. – 2022. – № 4. – С. 897-917 (статья 1,15 п.л./1,00 п.л.)

3. Plisko A. A. Detection of step displacements in fMRI head motion data based on machine learning / P. G. Serafimovich, N. S. Davydov, A. V. Nikonorov, Y. Koush // 2020 International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). – 2020.10.1109/ITNT49337.2020.9253193. (статья 0,23 п.л./0,07 п.л.)

4. Katkov, P. I. Research on the use of artificial neural networks for the myocardial infarction diagnosis / P. I. Katkov, N. S. Davydov, A. G. Khramov, A. N. Nikonorov. // CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol. 2416. – P. 158-164. (статья 0,40 п.л./0,20 п.л.)

5. Davydov, N. S. Myocardial infarction detection using wavelet analysis of ECG signal / N. S. Davydov, A. G. Khramov // CEUR Workshop Proceedings. – 2018. – Vol. 2212. – P. 31-37. (статья 0,40 п.л. /0,30 п.л.)

6. Давыдов, Н. С. Рекуррентная оценка отношения сигнал-шум для функционального МРТ реального времени / Н. С. Давыдов, А.Г. Храмов, А.В. Никоноров, Ю.А. Ковш // V Международная конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2019). – 2019. – С. 699-703. (статья 0,46 п.л./0,26 п.л.)

7. Давыдов, Н. С. Рекуррентный контроль качества функционального МРТ при помощи OpenNFT / Н. С. Давыдов, Е. Прилепин, Т. Auer, N. Gninenko, А.Г. Храмов, D. Van De Ville, А.В. Никоноров, Ю. А. Ковш // VI Международная

конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2020). – 2020. – С. 192-197. (статья 0,69 п.л./0,50 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов от организаций:

1. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, подписан проректором по развитию университетского комплекса, д.т.н., профессором Роженцовым А. А. Замечания: 1) В автореферате присутствуют отдельные неточности в формулировках (предложение перед таблицей 4); 2) В п.5 Заключения в автореферате не вполне ясно, по сравнению с каким программным обеспечением достигнуто сокращение времени обработки данных. Зависит ли полученный выигрыш от конкретной реализации МРТ сканов.

2. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет», г. Самара, подписан директором научно-исследовательского института нейронаук, к. м. н., доцентом Захаровым А. В. Замечания: 1) Недостаток в оформлении автореферата на стр. 9 после формулы стоит запятая, хотя далее не приводится расшифровка переменных из формулы; 2) На странице 10 автореферата не приведены параметры, с которыми генерировались синтетические данные для дальнейшего использования в исследовании и на каком основании они были выбраны именно такими.

3. ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара, подписан заведующим кафедрой редиотехнических устройств, д. т. н., доцентом Ганигиным С. Ю. Замечания: 1) В автореферате автор не уточнил какие именно параметры используются для генерации синтетических данных для обучения нейросетевой модели; 2) Автор не уточнил с какими параметрами проходило обучение нейросетевой модели на каждом этапе.

4. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург, подписан исполняющей обязанности заведующей кафедрой биотехнических систем и технологий, к. т. н., доцентом Тихоненковой О. В. и доцентом кафедры биотехнических систем и технологий, к. т. н., Тимофеевым К. Н. Замечания: 1) В работе для оценки качества эффективности разработанной нейронной сети применяются только метрики точность и F1, которые не исчерпывающе описывают её эффективность; 2) в разработанной архитектуре свёрточно-рекуррентной нейронной сети применена типовая функция активации ReLu, обладающая известными недостатками (output не центрирован и слева от нуля затухают градиенты), от которых свободны современные функции активации Leaky ReLu и ELU.

5. ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» г. Майкоп,



подписан заведующим кафедрой прикладной математики, информационных технологий и информационной безопасности, к.ф.-м.н., доцентом Алиевым М.В. Замечания: 1) Автор не показал с какими параметрами обучались нейросетевые модели и как автор избежал их переобучения; 2) На странице 12 автореферата первый абзац обрывается. Фраза будто бы не дописана до конца, от чего её смысл сложно уловить.

6. ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» г. Киров, подписан главным научным сотрудником кафедры электронных вычислительных машин, д. т. н., профессором Страбыкиным Д. А. Замечания: 1) Не приведено сравнение представленной реализации программного комплекса с аналогичными программными решениями в рамках быстрогодействия и предлагаемого функционала; 2) Не представлены характеристики используемых данных в главе 2 и главе 3, на которых происходила валидация предложенных методов анализа последовательности изображений.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что указанные недостатки не снижают научную и практическую значимость работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Давыдову Н. С. ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение.

Выбор Обуховой Наталии Александровны в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что она является известным специалистом, имеет значимые научные результаты и прикладные разработки в области цифровой обработки сигналов и изображений, в частности, медицинских эндоскопических данных, методах сегментации изображений и машинного обучения.

Выбор Малых Валентина Андреевича в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является крупным специалистом, в область научных интересов которого входят методы анализа различного рода цифровых изображений и сигналов и методы машинного обучения и классификации.

Выбор в качестве ведущей организации ФГБУН «Институт проблем передачи информации имени А. А. Харкевича» Российской академии наук обоснован тем, что разработка методов, математических моделей и программно-алгоритмического обеспечения информационно-вычислительных комплексов восприятия, анализа, изображений является одним из её основных научных направлений. Кроме того, широко известны достижения специалистов

организации в таких областях, как реконструкция изображений компьютерной томографии, использование нейросетевых технологий и методов машинного обучения для сегментации, анализа и классификации медицинских изображений.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований**

**разработан** новый метод доменной адаптации нейросетевых моделей на основе крупношагового метаобучения с обучением на условно-реальных данных для обнаружения аномалий во временных рядах, позволяющие выявлять ступенчатые аномалии в параметрах движения, адаптируясь индивидуально к каждому новому участнику эксперимента с точностью, выше, чем у трансферного обучения и дообучения из начального состояния;

**предложен** алгоритм генерации условно-реальных данных движения головы с переносом статистических параметров шума из реальных данных движения головы с помощью вейвлет-преобразования, позволяющий масштабируемо синтезировать данные для предварительного обучения нейросетевых моделей;

**показано**, что предложенная информационная технология позволяет в режиме реального времени предоставлять информацию о качестве получаемых данных непосредственно в процессе проведения процедуры функциональной МРТ, обрабатывая одно изображение быстрее времени его получения со сканера.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что

**предложен и валидирован** метод доменной адаптации на основе метаобучения с обучением на условно-реальных данных и дообучением на реальных данных, проведено сравнение метода с аналогичными подходами к доменной адаптации;

**доказана** целесообразность использования, работоспособность и эффективность предложенного метода доменной адаптации нейросетевых моделей;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в т. ч. методов цифровой обработки сигналов и изображений, математической статистики, численных методов анализа и методов машинного обучения.

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

**разработаны и внедрены** метод обнаружения ступенчатых аномалий в данных движения головы на основе нейросетевого классификатора, адаптируемого к каждому конкретному участнику эксперимента, и рекурсивные



реализации классических методов анализа изображений и сигналов, учитывающие специфику данных функциональной МРТ и пригодные для работы в режиме реального времени;

**проведена модернизация** существующего программного комплекса OpenNFT для анализа изображений и сигналов функциональной МРТ диагностики в режиме реального времени, обеспечившая оперативный контроль качества проведения процедуры сканирования и прирост в быстродействии по сравнению с предыдущей версией;

**созданы** органично внедрённые в проект с открытым исходным кодом OpenNFT программный модуль контроля качества данных функциональной МРТ в режиме реального времени и библиотека python-rtspm, превзошедшая в производительности оригинальную библиотеку при обработке трёхмерных изображений в режиме реального времени;

результаты работы **получены** при выполнении государственного задания Института систем обработки изображений РАН, проектов РФФИ 20-31-90113 «Исследование параметров качества функциональной МРТ-диагностики» и 19-29-01235 «Выявление патологических изменений индивидуальной анатомии пациента и персонализированная оценка рисков заболеваний на основе анализа больших массивов томографических изображений с применением алгоритмов глубокого обучения» и проекта РФ 22-19-00364 «Разработка прикладных систем технического зрения видимого, инфракрасного и гиперспектрального режима съёмки на основе одно- и мультиапертурных дифракционно-оптических систем и методов глубокого обучения»;

результаты были **внедрены** в научно-исследовательских работах по тематике проводимых ООО «Локус» и учебный процесс по курсу «Нейроинформатика» направления Прикладная математика и физика, 4 курс.

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

– полученные результаты согласуются с результатами, полученными при апостериорном расчёте;

– экспериментальные исследования показывают работоспособность разработанного программного модуля на данных, получаемых в режиме реального времени.

**Личный вклад соискателя** состоит в выполнении всех этапов исследований, его непосредственном участии в получении исходных данных и научных экспериментах, в разработке методов анализа и обнаружении аномалий в изображениях и временных рядах и интерпретации экспериментальных данных, подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания. Соискатель Давыдов Н.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

Научное исследование обладает внутренним единством и содержит результаты и положения, обладающие научной новизной. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует специальности 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение; отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 10 ноября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Давыдову Никите Сергеевичу учёную степень кандидата технических наук за решение научной задачи анализа качества МРТ данных в режиме реального времени, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета 24.2.379.08  
академик РАН, д.т.н., профессор

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.2.379.08  
д.ф.-м.н., доцент

10.11.2023



В. А. Сойфер

А. В. Дорошин