

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.028.01 (д 003.005.02)  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «31» мая 2023 г. № 7

О присуждении Прониной Валерии Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Восстановление изображений с помощью обучаемых оптимизационно-нейросетевых алгоритмов» по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «27» марта 2023 г. протокол № 4 диссертационным советом 24.1.028.01 (д 003.005.02) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматки и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1, приказ Минобрнауки России 255/нк от 28 марта 2020 года.

**Соискатель** Пронина Валерия Сергеевна 25.05.1993 года рождения, в 2017 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности 12.04.04 – «Биотехнические системы и технологии»,

в 2023 году освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Автономной некоммерческой образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий» (Сколтех),

работает в должности стажёра-исследователя в Автономной некоммерческой

образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий» (Центр технологий искусственного интеллекта (САИТ)).

Диссертация была представлена к защите до окончания аспирантуры.

**Диссертация выполнена** в Автономной некоммерческой образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий» (Центр технологий искусственного интеллекта (САИТ)).

**Научный руководитель** – PhD **Дылов Дмитрий Владимирович**, доцент, заведующий Лабораторией вычислительной визуализации Автономной некоммерческой образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий», г. Москва.

**Официальные оппоненты:**

**Муравская Наталья Павловна**, д.т.н., профессор кафедры «Биомедицинские технические системы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва.

**Мельников Александр Алексеевич**, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Общества с ограниченной ответственностью «Центр речевых технологий», г. Санкт-Петербург.

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург,

**в своем положительном заключении, подписанном**

- П.В. Кустарев, к.т.н., доцент, декан Факультета программной инженерии и компьютерной техники
- В.С. Сизиков, д.т.н., профессор Факультета программной инженерии и компьютерной техники

## **заверенном**

- В.Н. Васильев, член-корр. РАН, д.т.н., профессор, ректор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

**указала, что** диссертационная работа «Восстановление изображений с помощью обучаемых оптимизационно-нейросетевых алгоритмов» является законченной и самостоятельной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научно-техническом уровне. Диссертация Прониной Валерии Сергеевны по актуальности, степени научной новизны и практической значимости, объему выполненных исследований и их ценности соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

**Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 4** научные работы, из которых **4** в рецензируемых научных журналах и изданиях:

1. Microscopy Image Restoration with Deep Wiener-Kolmogorov filters / V. Pronina [et al.] // Computer Vision - ECCV 2020. - Cham : Springer International Publishing, 2020. - P. 185-201.
2. 3D denoised completion network for deep single-pixel reconstruction of hyperspectral images / V. Pronina [и др.] // Optics Express. — 2021. — нояб. — т. 29, № 24. — с. 39559-39573.
3. Material Decomposition Problem in Spectral CT: A Transfer Deep Learning Approach / J. F. Abascal [и др.] // 2020 IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging Workshops. — 2020.
4. Material Decomposition in Spectral CT Using Deep Learning: A Sim2Real Transfer Approach / J. F. P. J. Abascal [и др.] // IEEE Access. — 2021. — т. 9. — с. 25632-25647.

**На автореферат поступили следующие положительные отзывы:**

- отзыв Гаврилова Дмитрия Александровича (д.т.н., директор Физтех-школы

радиотехники и компьютерных технологий (ФРКТ), г. Долгопрудный)

содержит замечания

- к оформлению иллюстративных материалов;
- не все буквенные обозначения в формулах имеют расшифровки;
- отсутствует ссылка на размещенные в открытом доступе наборы нейронных сетей, осуществляющих решения задачи восстановления изображений, полученных с помощью микроскопа с известной функцией рассеяния точки.

- отзыв Кошева Николая Александровича (к.ф.-м.н., старший преподаватель Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»)

содержит замечания

1. В описании первой главы представлена таблица сравнения метрик качества восстановления изображений. При этом в описании остальных трех глав такие метрики, в частности к конкретным имеющимся иллюстрациям, отсутствуют.
2. Отсутствует описание архитектур использованных нейросетевых моделей и основных параметров их обучения.
3. Несмотря на то, что в первой главе сделан фокус на восстановлении изображений, полученных с помощью микроскопа, описанные методы представляются не строго специфичными для поставленной задачи. По возможности следовало бы рассмотреть, как предложенные методы могут быть применены к изображениям иной природы.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной квалификацией в области цифровой обработки сигналов, обратных прикладных задач, машинного обучения и обработки медико-биологических данных.**

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

**Предложены и разработаны методы аппроксимации регуляризационного члена**

в решении задачи восстановления изображений, полученных с помощью микроскопа, с использованием тренируемых моделей. В том числе **разработан** новый алгоритм аппроксимации индивидуального для каждого пикселя регуляризационного члена;

**предложены и опубликованы** оригинальные нейросетевые модели для восстановления изображений на основе комбинации классических оптимизационных схем (фильтр Винера, алгоритм Ричардсона-Люси) и тренируемых моделей аппроксимации регуляризационного члена;

**разработан и реализован** метод восстановления многоканальных изображений, полученных с помощью однопиксельной камеры, с использованием композиции нейронных сетей. В основе метода лежит комбинация классического решения обратной задачи и тренируемой модели регуляризации решения в пространственной и спектральной областях;

**предложен и разработан** метод восстановления функции рассеяния точки микроскопа путём поиска оптимальных параметров математической модели функции с помощью алгоритма обучения с подкреплением.

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

**разработанные** схемы для аппроксимации регуляризационного члена для решения задачи восстановления изображений, полученных с помощью микроскопа, и объединение оптимизационного алгоритма восстановления изображений и нейросетевого подхода к аппроксимации регуляризационного члена **позволяет получать более высокие метрики реконструкции**, чем при использовании указанных подходов по отдельности;

**разработанный** алгоритм восстановления гиперспектральных изображений, полученных методом однопиксельной визуализации, предлагающий регуляризацию решения с помощью нейросетевого подхода, **позволяет получение** визуально и количественно лучших результатов реконструкции таких изображений;

**разработаны** решения для восстановления изображений, актуальные для различных областей науки и техники, в частности для анализа медико-биологических данных. Некоторые предложенные в работе методы и модели

опубликованы в открытом доступе.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с помощью современного экспериментального оборудования и программных средств; показана воспроизводимость результатов исследований;

**установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации; оценка результатов произведена с помощью показателей качества, традиционно используемых для оценки решения подобных задач;

**результаты**, полученные в процессе подготовки диссертации, были **представлены** на международных научных конференциях и **опубликованы** в рецензируемых научных изданиях.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке методов обучения регуляризационных фильтров, их аппроксимации с помощью методов машинного обучения, подготовке данных, проведении экспериментов и обработке экспериментальных данных, подготовке публикаций; в разработке алгоритма вычисления функции рассеяния точки с помощью методов обучения с подкреплением и применения её в задаче восстановления изображений в микроскопии; проведении экспериментов и обработке экспериментальных результатов. Также вклад соискателя состоит в разработке метода, обобщающего решение задачи восстановления изображений, полученных с помощью однопиксельной камеры, для случая многоканальных изображений, подготовке данных и обработке результатов экспериментов, подготовке публикаций. Вклад соискателя также состоит в разработке алгоритма разделения изображений спектральной КТ на изображения составных материалов с использованием нейронной сети в области проекций, подготовке данных, проведении и обработке первой серии экспериментов, подготовке публикаций.

**В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание**, касающееся использования терминов «стабильно» и «устойчиво» – в математике это разные понятия. Надо быть аккуратными при использовании математических терминов. Соискатель Пронина Валерия Сергеевна согласилась с замечанием.

На заседании 31 мая 2023 года диссертационный совет принял решение за разработку новых алгоритмов повышения качества изображений, полученных с использованием микроскопов,

присудить Прониной Валерии Сергеевне ученую степень кандидата технических наук 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении электронного тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 6 докторов технических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, (очно 15, дистанционно 9), из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 21, против 3.

Председатель диссертационного совета  
академик РАН



Шалагин Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета  
д. ф.-м. н.

Ильичев Леонид Вениаминович

«2» июня 2023 г.