

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.