

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального  
государственного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр  
«Информатика и управление»  
Российской академии наук»,

\_\_\_\_\_ М. А. Посыпкин

\_\_\_\_\_» 03 2026 г.



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр  
«Информатика и управление» Российской академии наук»

Диссертация Достоваловой Анастасии Михайловны «Вероятностно-информированные нейросетевые модели анализа изображений при ограниченных обучающих данных» выполнена в отделе № 64 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН).

Достовалова Анастасия Михайловна, 1999 года рождения, гражданка Российской Федерации, в 2023 году окончила очную магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 02.04.01 «Математика и компьютерные науки».

С 2023 года А.М. Достовалова работает в ФИЦ ИУ РАН по основному месту работы: сначала в должности инженера-исследователя, а с 2024 по настоящее время – в должности младшего научного сотрудника отдела №64.

С октября 2023 г. по настоящее время обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова) по научной специальности 1.1.4 «Теория вероятностей и математическая статистика». Кандидатские экзамены, в том числе по специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение», сданы на отметки «отлично» в МГУ имени М.В. Ломоносова в 2024-2025 гг.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доц. Горшенин Андрей Константинович – главный научный сотрудник отдела № 64 ФИЦ ИУ РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

**Актуальность темы** диссертационного исследования Достоваловой А.М. определяется необходимостью разработки методов искусственного интеллекта для повышения точности обработки ограниченных (малых, сильно неоднородных и несбалансированных) наборов изображений. Существующие на сегодняшний день решения для повышения информативности целевого набора данных, применяющиеся в таких задачах, часто демонстрируют результаты неудовлетворительной точности при работе со сильно специфичными и уникальными снимками, полученными, например, в ходе научных экспериментов или работы сложной технической системы.

Подход информирования нейронных сетей математическими моделями исследуемых данных открывает новые возможности для обработки специальных наборов, для которых сложно подобрать аналоги среди открытых датасетов. Однако основные результаты в этой области получены в областях, для которых известны физические модели.

Развитие подхода информирования для решения таких классических задач обработки изображений, как классификация и сегментация, заключающееся в развитии вероятностно-стохастических моделей снимков, представляющих их в виде многомерных сигналов, представляет собой актуальное научное направление в области методов искусственного интеллекта и их приложений в задачах обработки сложно-структурированных данных.

**Личное участие соискателя учёной степени в получении результатов, изложенных в диссертации.** Все результаты, представленные в диссертационном исследовании, получены лично соискателем под научным руководством А.К. Горшенина.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается аналитическими доказательствами свойств предлагаемых методов и обоснованием их эффективности для работы с ограниченными наборами данных с использованием подходов теории вероятностей, вычислительной математики и матричного анализа; всесторонним эмпирическим тестированием предложенных методов на разнообразных по свойствам открытых наборах данных, а также непротиворечивостью результатам, ранее известным в тематической области исследований.

**Научная новизна работы** заключается в следующем: в диссертации впервые предложены методы вероятностного информирования глубоких нейронных сетей для решения задач обработки изображений. Основные новые научные результаты, полученные А.М. Достоваловой, заключаются в следующем:

1. Предложен метод архитектурного информирования моделью Марковского случайного поля нейронных сетей и доказаны теоремы о более быстром убывании функции потерь.
2. Разработан метод архитектурного информирования моделью факторного анализатора с импульсно-аддитивным шумом в блоке слияния признаков и доказаны теоремы о его аналитических свойствах и вычислительной сложности.
3. Предложен метод комбинированного информирования на уровне признаков и архитектуры сети композицией моделей конечной смеси вероятностных распределений и случайного поля Маркова и доказана теорема о повышении точности обработки неоднородных наборов данных.
4. Установлен ряд аналитических свойств модели случайного поля Маркова в виде квадродерева, в том числе доказана теорема о связи с графовыми нейронными сетями.

**Теоретическая значимость** диссертации заключается в углубленном исследовании свойств информированных нейронных сетей с использованием современного математического аппарата для обоснования корректности и эффективности создаваемых нейросетевых моделей.

**Практическая значимость** диссертационного исследования заключается в создании основ эффективных технологий искусственного интеллекта для решения задач автоматического анализа ограниченных наборов изображений с применением вероятностно-информированных нейросетевых моделей.

Результаты диссертации являются одновременно фундаментальными и прикладными. Эффективность разработанных методов анализа данных и вычислительных процедур подтверждается полученными в диссертации математическими результатами, включающими обоснование выбора способа информирования сети, оценки

вычислительной сложности и скорости обучения вероятностно-информированных нейросетевых блоков.

Проведено всестороннее тестирование разработанных в диссертации нейросетевых архитектур с демонстрацией превосходства метрик качества и производительности по сравнению с современными известными решениями. Предлагаемые подходы ориентированы на обработку реальных ограниченных наборов изображений, что продемонстрировано в диссертации на примерах анализа реальных аэрокосмических снимков земной поверхности, полученных с помощью спутников и беспилотных летательных аппаратов.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на следующих научных мероприятиях:

– международная конференция по искусственному интеллекту AI Journey (Москва 2024-2025 гг.);

– международная конференция «Интеллектуальные системы» (INTELS'24) (Москва, 2024 г.);

– конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» (Москва, 2025 г.);

– международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва, 2024-2025 гг.);

– научная конференция «Ломоносовские чтения» (Москва, 2025 г.);

– научная конференция «Тихоновские чтения» (Москва, 2024 г.).

– научный семинар факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ под руководством профессора А.А. Наумова (Москва, 2026 г.);

– научный семинар кафедры математической статистики ВМК МГУ «Интеллектуальные методы вычислительной статистики» (Москва, 2023-2025 гг.);

– научный семинар кафедры математической статистики ВМК МГУ «Теория риска и смежные вопросы» (Москва, 2026 г.);

– научные семинары отделений 1, 5 и 6 ФИЦ ИУ РАН (Москва, 2025-2026 гг.).

Результаты были получены в рамках проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №075-15-2024-544 «Математические модели и численные методы как основа для разработки робототехнических комплексов, новых материалов и интеллектуальных технологий конструирования».

**Полнота изложения материалов диссертации в публикациях.** Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 13 печатных работах, причем 9 – статьи в рецензируемых изданиях из перечня ВАК и учитываемых наравне с ним международных наукометрических баз Web of Science и Scopus:

1. **Dostovalova A.** Using a Model of a Spatial-Hierarchical Quadtree with Truncated Branches to Improve the Accuracy of Image Classification // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics.* — 2023. — Т. 59, № 12. — С. 1—8. — DOI: 10.1134/S0001433823120071 (Q3 Scopus, Q4 WoS).

2. **Достовалова А.** Нейросетевое квадродревовое и его применение для сегментирования спутниковых изображений // Информатика и ее применения. — 2024. — Т. 18, № 4. — С. 77—85. — DOI: 10.14357/19922264240410 (Q3 Scopus, K1 ВАК).
3. **Dostovalova A., Gorshenin A.** Neural Network Image Classifiers Informed by Factor Analyzers // Doklady Mathematics. — 2024. — Т. 110, Suppl.1. — S35—S41. — DOI: 10.1134/S106456242460204X (Q2 Scopus, Q3 WoS).
4. **Dostovalova A., Gorshenin A.** Small sample learning based on probability-informed neural networks for SAR image segmentation // Neural Computing and Applications. — 2025. — Т. 37. — С. 8285—8308. — DOI: 10.1007/s00521-025-10997-x (Q1 Scopus).
5. Gorshenin, A.K., Dostovalova, A.M. MMRFiGN: An Ensemble Graph Segmentation Model for Imbalanced High-Resolution Images Informed by Multicomponent Markov Random Fields // Doklady Mathematics. — 2025. — Т. 112, — 308—314. — DOI: 10.1134/S1064562425700255 (Q2 Scopus, Q3 WoS).
6. Gorshenin A., **Dostovalova A.** QiGSAN: A Novel Probability-Informed Approach for Small Object Segmentation in the Case of Limited Image Datasets // Big Data and Cognitive Computing. — 2025. — Т. 9, № 9. — DOI: 10.3390/bdcc9090239 (Q1 Scopus, Q1 WoS).
7. **Достовалова А., Горшенин А.** О сегментации малых объектов на радиолокационных изображениях при помощи графово-сверточных сетей, информированных квадродревом // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли. — 2025. — Т. 1, № 1. — С. 51—62. — DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-5-51-62 (Q3 Scopus).
8. **Достовалова А.** [и др.]. Сравнительный анализ модификаций нейросетевых архитектур U-Net в задаче сегментации медицинских изображений // Digital Diagnostics. — 2024. — Т. 5, № 4. — С. 833—853. — DOI: 10.17816/dd629866 (Q3 Scopus, K3 ВАК).
9. **Dostovalova A., Gorshenin A.** QuadTree-Based Graph Convolutional Networks for Small Object Segmentation // Communications in Computer and Information Science. — 2025. — DOI: 10.1007/978-3-032-04761-8\_3 (Q4 Scopus).
10. Горшенин А., **Достовалова А.** О композиции графово-сверточных нейронных сетей и квадродревьев в задаче сегментации кораблей на радиолокационных изображениях // Ломоносовские чтения. Научная конференция. 24 марта – 4 апреля 2025 г.: тезисы докладов. – М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ; МАКС Пресс, 2025. – С. 93–94. (РИНЦ).
11. Горшенин А., **Достовалова А.** Нейросетевые аналоги случайных полей Маркова в задачах сегментации объектов на спутниковых снимках // «Тихоновские чтения»: тезисы докладов: научная конференция; 28 октября – 2 ноября 2024 г. – М.: МАКС Пресс, 2024. – С. 114. (РИНЦ).
12. **Достовалова А.** О применении глубоких гауссовских смешанных моделей в задачах классификации и регрессии временных рядов и табличных данных // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2025». Секция «Вычислительная математика и кибернетика». — 2025 (РИНЦ).
13. **Достовалова А.** Совместное применение нейронных сетей и вероятностных моделей для сегментирования радиолокационных изображений // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2024». Секция «Вычислительная математика и кибернетика». — 2024 (РИНЦ).

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования, раскрывают её основные положения и отвечают требованиям ВАК, в том числе для работ по специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение».

**Ценность научных работ соискателя учёной степени.** Научные статьи А.М. Достоваловой представляют собой значимый вклад в развитие методов

искусственного интеллекта для анализа разных типов ограниченных наборов изображений, в частности, аэрокосмических. Разработанные автором вероятностно-информированные нейросетевые модели сегментации и классификации ограниченных наборов изображений на основе глубоких нейронных сетей обладают высокой степенью новизны и практической применимости, что подтверждается их апробацией на международных и всероссийских научных конференциях, публикацией в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых научных изданиях, включая статьи первого уровня (Web of Science, Scopus, «Белый список», ВАК).

Диссертация Достоваловой Анастасии Михайловны «Вероятностно-информированные нейросетевые модели анализа изображений при ограниченных обучающих данных» является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям пунктов 9, 10 и 14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024), а также паспорту научной специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение», в частности следующим пунктам:

- пункту 4 – «Разработка методов, алгоритмов и создание систем искусственного интеллекта и машинного обучения для обработки и анализа текстов на естественном языке, для изображений, речи, биомедицины и других специальных видов данных»;

- пункту 5 – «Методы и технологии поиска, приобретения и использования знаний и закономерностей, в том числе – эмпирических, в системах искусственного интеллекта. Исследования в области совместного применения методов машинного обучения и классического математического моделирования. Методы и средства использования экспертных знаний»;

- пункту 15 – «Математические исследования в области статистики, логики, алгебры, топологии, анализа функции и других областях, ориентированные на решение задач искусственного интеллекта и машинного обучения»;

- пункту 17 – «Исследования в области многослойных алгоритмических конструкций, в том числе – многослойных нейросетей».

Диссертация Достоваловой Анастасии Михайловны «Вероятностно-информированные нейросетевые модели анализа изображений при ограниченных обучающих данных» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение» в диссертационном совете 24.1.224.03 на базе ФИЦ ИУ РАН (председатель – профессор РАН Воронцов К.В.).

Заключение принято на заседании расширенного научного семинара отделений 5 и 6 ФИЦ ИУ РАН с приглашенными членами диссертационного совета 24.1.224.03 на базе ФИЦ ИУ РАН 24 февраля 2026 г., протокол №1. Присутствовало на заседании 19 человек. Результаты голосования «за» – 19, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Сопредседатели семинара:

д.т.н., профессор,

заслуженный деятель науки Российской Федерации,

научный руководитель отделения 5 ФИЦ ИУ РАН,

главный научный сотрудник

Зацаринный А.А.

д.ф.-м.н.

руководитель отделения 6 ФИЦ ИУ РАН,

главный научный сотрудник



Синицин В.И.

Секретарь:

ведущий программист отдела № 61 ФИЦ ИУ РАН



Федотова Е.Н.