

Отзыв на автореферат диссертации Достоваловой Анастасии Михайловны «Вероятностно-информированные нейросетевые модели анализа изображений при ограниченных обучающих данных», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение»

Подход информирования нейронных сетей математическими моделями данных приобрел широкую популярность для решения задач математической физики, моделирования климата, оценивания прочности конструкций и др. Датасеты, создаваемые для решения таких важных прикладных задач, часто оказываются малыми по числу элементов или сильно неоднородными, а сами данные обладают выраженной спецификой, затрудняющей поиск для них аналогов среди открытых наборов. В таких условиях математические модели могут стать источником дополнительной информации о неявных закономерностях в данных, которые не могут быть получены напрямую из тренировочного датасета в силу ограниченности его характеристик. Этот принцип лежит в основе подхода информирования нейронных сетей, методы которого в настоящий момент в области обработки изображений развиты достаточно слабо ввиду отсутствия математических моделей для объектов на них.

Диссертационное исследование А.М. Достоваловой посвящено развитию актуального направления вероятностного информирования нейронных сетей на основе строгого математического обоснования использования вероятностных и статистических моделей изображений и создания на их основе эффективных нейросетевых методов для обработки малых, неоднородных и сильно несбалансированных датасетов. В работе существенным образом используются возможности вероятностных аппроксимаций для моделирования пространственных и яркостных свойств пикселей.

А.М. Достоваловой получены новые научные результаты в области вероятностного информирования нейронных сетей, в полной мере соответствующие специальности 1.2.1 - «Искусственный интеллект и машинное обучение». Для трех важных типов ограничений на датасеты изображений предложены вероятностно-информированные решения в классических задачах классификации и сегментации. Разработан метод информирования нейросетевых архитектур моделью факторного анализатора с импульсно-аддитивным шумом для классификации малых наборов изображений. Представлен метод информирования композицией моделей смеси вероятностных распределений и случайного поля Маркова в виде квадродерева для сегментации неоднородных наборов изображений. Создан метод информирования нейросетевых архитектур моделью поля Маркова в виде квадродерева для обработки сильно несбалансированных наборов изображений. В

диссертационном исследовании А.М. Достоваловой показано, что перечисленные методы обладают высокой эффективностью при анализе реальных аэрокосмических снимков.

Представленные в диссертации методы являются аналитически обоснованными. Доказаны теоремы о вероятностных свойствах факторного анализатора с импульсно-аддитивным шумом и поля Маркова в виде квадродерева, обосновывающие использование этих моделей при обработке малых и сильно несбалансированных датасетов. Также аналитически определяется выбор способа информирования нейросети для каждой задачи. В частности, доказывается теорема о связи алгоритма вычисления вероятностей в случайном поле Маркова в виде квадродерева с обработкой данных с помощью графовой нейронной сети, что определяет архитектурный способ реализации информирования. Для смеси распределений аналогично доказывается возможность повышения точности обработки неоднородного набора при информировании ее компонентами на уровне входных данных. Исследованы аналитические свойства информированных архитектур. Для классификатора, информированного моделью факторного анализатора, доказывается теорема об уменьшении числа параметров в сравнении с неинформированными аналогами. Для графовой сети, информированной квадродеревом, демонстрируется ускорение обучения в сравнении с неинформированными линейными и нелинейными графовыми архитектурами.

Аналитические результаты подтверждаются и обширными экспериментальными исследованиями с использованием открытых наборов изображения, включая традиционные для области искусственного интеллекта подходы на основе анализа вклада компонентов (ablation study). Подобное тестирование убедительно доказывает весомость вклада разработанных в диссертации А.М. Достоваловой вероятностно-информированных блоков в значительное повышение точности работы нейросетевых методов относительно неинформированных архитектур.

Основные результаты корректно отражены в автореферате с достаточной степенью научной строгости, ясности и полноты изложения. Представлены формулировки основных теоретических результатов в виде теорем, описаны разработанные информированные нейросетевые модели, а также приведены результаты обработки, представленные в виде графиков, таблиц и рисунков, для открытых наборов изображений, включающих в себя также спутниковые снимки Земной поверхности и результаты аэрофотосъемки с помощью беспилотных летательных аппаратов.

В автореферате корректно указано соответствие выносимых на защиту результатов четырем пунктам паспорта специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение», полученные результаты по каждому из пунктов являются значимыми.

Результаты диссертации представлялись А.М. Достоваловой на российских и международных конференциях и опубликованы в 13 печатных работах, из них 9 в журналах из перечня ВАК и приравненных к ним международных наукометрических баз Web of Science и Scopus, причем четыре из них – в изданиях первого и второго квартилей этих международных баз.

Полученные соискателем результаты вносят вклад в область создания вероятностно-информированных методов обработки ограниченных по набору характеристик датасетов из изображений. Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Достовалова Анастасия Михайловна заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Доктор компьютерных (физико-математических) наук по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучения», директор Института искусственного интеллекта и цифровых наук, заведующий кафедрой, профессор факультета компьютерных наук Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

22 июня 2026 г.

Наумов Алексей Александрович

Подпись Наумова А.А. заверяю

Адрес: 109028, г. Москва, Покровский б-р, д. 11
Тел. 7 (495) 772-95-90
e-mail: anaumov@hse.ru

