

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бережного Никиты Игоревича на тему «Совершенствование механизмов внимания в глубоких нейронных сетях–трансформерах в задачах восстановления и аугментации изображений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Автоматизированная обработка и анализ изображений в современных системах компьютерного зрения является актуальным направлением. Одной из основных задач при этом является получение качественных исходных визуальных данных – восстановление изображений, искаженных различными помехами, что позволяет оператору или алгоритму эффективно решать задачи классификации, сегментации, детекции объектов на изображении. Достижимые при этом результаты напрямую зависят от качества входных изображений, что делает особенно важным применение специализированных методов восстановления и аугментации. В этом аспекте результаты диссертационной работы, посвящённой разработке и исследованию моделей и алгоритмов, основанных на трансформерных архитектурах с модифицированными механизмами внимания и методами генерации синтетических (условно-реалистичных) данных, представляются актуальными и практически значимыми.

В ходе диссертационной работы ставились следующие задачи.

1. Анализ современных подходов восстановления и аугментации изображений, выявление ограничений существующих методов и обоснование необходимости разработки новых архитектурных решений трансформерного типа.

2. Разработка и теоретическое обоснование методов модификации и регуляризации механизма внимания, повышающих устойчивость трансформеров к переобучению и улучшение качества восстановления изображений.

3. Синтез архитектур трансформеров с усовершенствованными канальными и пространственными механизмами внимания, обеспечивающих повышение качества восстановления при снижении вычислительной сложности.

4. Разработка алгоритмов генерации и стилизации изображений на основе глубоких нейронных сетей, включая синтез реалистичных погодных условий для аугментации обучающих данных.

5. Проведение сравнительного анализа качества восстановления и генерации изображений для предложенных моделей по отношению к существующим архитектурам, включая SwinIR, Restormer, SUNet и др.

Новизна полученных в работе результатов заключается в следующем.

1. Предложены и теоретически обоснованы алгоритмы структурной регуляризации механизма внимания, основанные на внесении мультипликативных и аддитивных стохастических составляющих, что, как доказывает автор, позволяет сглаживать распределение весов внимания и предотвращать их неконтролируемый рост при обучении.

2. Предложен способ использования обучаемой матрицы масштабных коэффициентов, обеспечивающий снижение эффекта насыщения активационной функции и позволяющий гибко регулировать вклад различных элементов самовнимания.

3. Разработаны модификации канального и пространственного внимания, включая модуль CBSA и адаптивные варианты алгоритма структурной регуляризации метода DropKey, основанного на исключении отдельных элементов матрицы внимания в соответствии с заданным распределением, что позволило увеличить устойчивость моделей к шумам и сложным искажениям при одновременном уменьшении вычислительной сложности архитектур.

4. Предложена и исследована модель глубокой нейронной сети для переноса аппликативных помех в виде атмосферных осадков с одного изображения на другое, обеспечивающая реалистичный синтез погодных эффектов (дождь, снег, туман) на основе механизма перекрёстного внимания и составной функции потерь, учитывающей структурное, контентное и перцептивное сходство. Полученные образы используются для аугментации и повышения обобщающей способности моделей восстановления и сегментации

5. Проведено экспериментальное сравнение полученных архитектур с современными моделями восстановления изображений. Показано, что предложенные модификации обеспечивают прирост метрик PSNR, SSIM и FID как на стандартных датасетах, так и на наборах изображений с атмосферными искажениями.

Полученные в диссертации результаты обладают существенной теоретической и практической значимостью, что нашло свое отражение как в публикациях автора (из которых 4 – в журналах из списка ВАК), так и в реализации полученных результатов в выполняемых Воронежским государственным университетом НИР и учебном процессе вуза.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания.

1. При описании различных моделей аугментации данных, основанных на генеративных моделях, не приводятся сравнения предложенного WeatherTransformer с диффузионными моделями или современными GAN-архитектурами, хотя такие сравнения могли бы усилить экспериментальную часть.

2. В разделе, посвящённом регуляризации внимания, теоретические выкладки представлены подробно, однако не обсуждаются возможные ограничения применения предложенных алгоритмов в больших многослойных трансформерах.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Задачи, решаемые в диссертации, являются актуальными, предложенные решения обладают несомненной научной новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с действующим «Положением о присуждении ученых степеней», а её автор – Бережнов Никита Игоревич –

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Заведующий кафедрой вычислительных систем и сетей, доктор технических наук, профессор

«15» декабря 2025 г.

Сергеев Михаил Борисович

Специальность 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Я, Сергеев Михаил Борисович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» и их дальнейшую обработку и размещение.

Сергеев Михаил Борисович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67

Служебный телефон: +7 (812) 494 70 44

Электронный адрес: kaf44@guar.ru

