

## 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.

Задача автоматизированной обработки и анализа цифровых изображений в системах компьютерного зрения представляет собой важное и активно развивающееся направление исследований. Во многих практических ситуациях получение точных результатов затруднено из-за низкого качества входных изображений, обусловленного воздействием шумов различной природы, атмосферных осадков, аппликативных помех и ограничений применяемых сенсоров. Существующие модели трансформерного типа нередко страдают от избыточной концентрации внимания на отдельных фрагментах изображения, высокого риска переобучения и большой вычислительной сложности. Отсюда возникает интерес к решению задачи восстановления изображений и формированию эффективных методов аугментации данных, позволяющих расширить обучающие выборки и повысить устойчивость моделей глубокого обучения. Тема диссертационного исследования, посвящённая совершенствованию механизмов внимания в архитектурах трансформеров и разработке методов генерации синтетических изображений для решения задач восстановления и аугментации, современна и актуальна. Тема полностью соответствует специальности 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение.

Проведенные исследования, судя по автореферату, обладают научной новизной. Подробно исследованы способы структурной регуляризации механизма внимания, включающие мультипликативные и аддитивные стохастические составляющие, направленные на сглаживание распределения весов внимания и предотвращение их неконтролируемого роста. Синтезированы модификации канального и пространственного внимания с использованием сжатия признаков и локальных дисперсионных характеристик входных данных, что позволило уменьшить вычислительную сложность при сохранении высокого качества восстановления изображений. Разработаны и обоснованы архитектуры глубоких нейронных сетей трансформерного типа с улучшенными механизмами внимания. Предложена новая модель двухвходового трансформера с перекрёстным вниманием, обеспечивающая реалистичный синтез атмосферных осадков (дождь, снег, туман). Обоснована составная функция потерь, учитывающая структурное и перцептивное сходство синтезируемых изображений с эталонными примерами эффекта.

Проведено экспериментальное сравнение предложенных и существующих моделей восстановления изображений и аугментации,

показавшее преимущество синтезированных подходов как по значениям стандартных метрик качества, так и по устойчивости моделей к шумовым воздействиям. Подтверждена эффективность использования синтетических изображений при обучении моделей в условиях ограниченности данных. Также рассмотрен вопрос построения программного комплекса восстановления и аугментации изображений.

По автореферату можно судить, что Н.И. Бережновым были чётко сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна и полученные результаты, выносимые на защиту. Исследование является самостоятельной работой, а полученные научные положения расширяют и углубляют знания в рассматриваемых областях.

Имеются замечания к работе:

1. Не был исследован вопрос о применимости предложенных методов регуляризации внимания при существенно более глубоких моделях трансформеров, чем те, что рассматривались в экспериментальной части.
2. Из текста автореферата не вполне ясно, каким образом выбирались параметры, определяющие степень дисперсионной коррекции внимания, и насколько устойчиво их влияние на различных множествах данных.

Считаю, что диссертационное исследование Бережнова Никиты Игоревича является завершённым, имеет теоретическую и практическую ценность, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертационным исследованиям на соискание учёной степени кандидата наук, а соискатель достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение.

Даю согласие на использование своих персональных данных, включение их в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры прикладной математики  
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,  
доктор технических наук, доцент

« 5 » \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_ 2025 г.

Сараев Павел Викторович

Научная специальность 05.13.18

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»

Служебный адрес: 119454, Москва, Вернадского, 78,

Телефон: +7 904 218 11 72

E-mail: saraev@mirea.ru



Удостоверяю:

руки Сараева П. В. М. М. Буханова