

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Лаврушкина Сергея Валерьевича
на тему: «Разработка нейросетевых методов оценки искажений
стереоскопических видео»
по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей**

Диссертационная работа С.В. Лаврушкина посвящена разработке нейросетевых методов оценки искажений стереоскопических видео для наиболее распространенных стереоскопических артефактов. Известно, что при просмотре стереоскопического видео зрители нередко испытывают визуальный дискомфорт, который в значительной степени обусловлен качеством воспроизводимого изображения. В связи с этим рассматриваемая научная задача обладает высокой актуальностью, поскольку ее решение способствует повышению зрительской привлекательности и коммерческой успешности стереоскопического контента. В рамках диссертационного исследования автор анализирует методы оценки цветовых и резкостных несоответствий, а также геометрических искажений, включающих поворот, масштабирование и вертикальное смещение одного ракурса относительно другого, и ошибки в порядке ракурсов. Указанные виды искажений являются типичными для стереоскопической видеосъемки и характерны как для традиционных стереоскопических форматов, так и для форматов виртуальной реальности. Работа направлена на создание новых методов объективной оценки перечисленных несоответствий, обеспечивающих более высокую точность по сравнению с существующими аналогами. Полученные результаты были использованы для анализа реальных стереоскопических фильмов и видеоматериалов. Кроме того, в диссертации проведено исследование применимости предложенных методов оценки качества к стереоскопическому формату виртуальной реальности VR180, что расширяет область их практического использования.

Диссертационная работа С.В. Лаврушкина включает введение, три главы, заключение и приложение. В ней подробно рассмотрены основные виды артефактов стереоскопической съемки. Автором проведен обстоятельный обзор литературы по каждому из этих видов искажений.

В первой главе диссертации предложен новый нейросетевой алгоритм, позволяющий одновременно оценивать цветовые и резкостные искажения между ракурсами стереовидео. В отличие от отдельного подхода, одновременная оценка двух типов артефактов позволила значительно снизить число ложных срабатываний при детекции искажений. Экспериментальные результаты, представленные автором, демонстрируют, что предложенный метод превосходит ранее известные аналоги, применявшиеся для анализа полнометражных 3D-фильмов.

Во второй главе описан разработанный метод обнаружения геометрических искажений между левым и правым ракурсами стереопары. В работе предложен нейросетевой подход к оценке таких искажений, обученный с использованием предложенного оптимизируемого функционала. Этот алгоритм позволил существенно повысить точность измерения параметров геометрических несоответствий. Важным дополнением является то, что метод не только обнаруживает геометрические несоответствия, но и способен автоматически исправлять выявленные искажения, что повышает его практическую ценность.

Третья глава посвящена обнаружению перепутанных ракурсов в стереоконтенте. Данное искажение крайне негативно сказывается на восприятии глубины и вызывает сильный дискомфорт у зрителей. Автором разработан новый алгоритм на основе нейронной сети, прогнозирующий вероятность перепутанности ракурсов в кадрах. Модель использует признаки, извлекаемые из стереопары (карты диспаратности) и анализ движения. По результатам тестирования, предложенный метод повысил точность классификации наличия перепутанных ракурсов относительно

ранее применявшихся подходов. Это существенное улучшение, означающее более надежное выявление подобных грубых ошибок стереомонтажа.

В приложении приведены результаты анализа качества реальных стереоскопических видео. С помощью разработанных инструментов автор исследовал 1000 видео формата VR180, собранных из открытых источников. Выяснилось, что практически в каждом из этих видео присутствует по крайней мере один тип стереоскопического искажения. Эти экспериментальные данные свидетельствуют о широком распространении проблемы и подтверждают необходимость внедрения автоматических методов контроля качества.

В диссертации С.В. Лаврушкина на защиту вынесены четыре основных положения. Каждое из них аргументировано и подкреплено экспериментальными данными:

1. Обосновано утверждение о преимуществе нового метода одновременной оценки цветowych и резкостных искажений: приведенные в работе результаты показывают существенное сокращение ложноположительных детекций благодаря учету обоих типов искажений. Этот вывод подтвержден сравнением с предыдущими отдельными методами, где новый алгоритм продемонстрировал более высокую точность.

2. Положение о высокой эффективности нейросетевого метода оценки геометрических искажений также подкреплено объективными показателями: по сравнению с аналогами, разработанный подход уменьшил ошибку оценки угла поворота на ~14% и добился снижения на 2 порядка ошибки в определении коэффициента масштабирования и вертикального сдвига.

3. Положение о создании метода поиска перепутанных ракурсов обосновано результатами, демонстрирующими рост точности обнаружения перепутанных стереопар более чем на 8% относительно альтернативных подходов.

4. Автором проведен анализ 1000 VR180-видео, в каждом из которых выявлено хотя бы одно стереоискажение. Этот факт свидетельствует о важности разработанных методов и служит весомым подтверждением актуальности проблемы.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования обеспечены комплексным теоретическим и экспериментальным подходом к решению поставленных задач. Предложенные нейросетевые методы опираются на формализованные модели стереоскопических искажений и учитывают особенности анализа расхождений между ракурсами стереовидео. Обоснованность выводов подтверждена проведением вычислительных экспериментов на репрезентативных наборах данных, включающих как кадры полнометражных стереофильмов, так и видео в формате VR180, с использованием общепринятых и воспроизводимых метрик объективной оценки качества. Результаты сравнивались с существующими аналогами, ранее применявшимися на практике, что позволило количественно продемонстрировать преимущество разработанных методов. Дополнительным подтверждением достоверности является практическая реализация всех алгоритмов в виде программного инструмента и их успешная апробация при анализе большого массива реальных видеоданных, что позволяет непосредственно применять разработанные методы на практике.

Основные результаты и положения изложены в 3 работах, опубликованных в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ им. М.В.Ломоносова по специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе оценивается качество стереоскопического видео только объективно и не представлены данные субъективных исследований с участием реальных зрителей. Насколько уверенно можно утверждать, что снижение исследуемых автором искажений действительно улучшает восприятие зрителями? Не планируется ли проводить эксперименты по сбору субъективных оценок стереоскопического видео с рассматриваемыми в работе искажениями?

2. Для предложенного метода оценки несоответствий по цвету и резкости в работе приводится сравнение с аналогами на задаче оценки видео в формате VR180. Однако, аналогичные сравнения не приведены для других предложенных в работе методов. Почему такие сравнения не проводились и не планируется ли их проведение?

3. В работе часто употребляется выражение «объективная оценка качества» применительно к стереовидео. В профессиональном сообществе под объективными методами оценки качества обычно понимаются вычисляемые автоматически методы (в отличие от субъективных оценок). В диссертации этот термин употребляется корректно, однако для полной ясности следовало бы один раз уточнить, что речь идет именно о методах, рассчитываемых алгоритмически, без участия человека. Это устраняет потенциальную двусмысленность для неподготовленного читателя.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по

защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Лаврушкин Сергей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, доцент,

Руководитель отдела в ООО «ВК»

Дьяконов Александр Геннадьевич

20 .02.2026 г.

Контактные данные:

Тел.: +7 916 160 17 02, email: alexander.dyakonov@vkteam.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация:

01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика

Адрес места работы:

125167, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 39, стр. 79.

ООО «ВК»

Тел.: +7 916 160 17 02, email: alexander.dyakonov@vkteam.ru

Подпись руководителя отдела в ООО «ВК»

Дьяконова А.Г. удостоверяю:

Начальник отдела кадров Сидорова О.В.

20 .02.2026 г.