

**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**

Актуальность работы.

Развитие технологий виртуальной реальности и стереоскопического видео выдвигает повышенные требования к качеству объемного изображения. Даже незначительные искажения в стереопарах могут приводить к зрительскому дискомфорту: появлению усталости глаз, головных болей, что приводит к снижению удовольствия от просмотра. Несмотря на прогресс в области дисплеев и методов отображения 3D-контента, сами стереоматериалы нередко содержат искажения съемки, способные нивелировать технические улучшения устройств показа. Возникает необходимость автоматизированного контроля качества стереоскопического видео для своевременного обнаружения и исправления подобных дефектов. Особенно актуальна эта задача для формата VR180 (полусферическое стереовидео): недостаток опыта операторов и отсутствие инструментов проверки часто приводит к появлению различных искажений в любительских 3D-видео. Таким образом, диссертационная работа, направленная на разработку нейросетевых методов оценки стереоскопических искажений, является своевременной и актуальной. Она ориентирована на повышение комфорта просмотра 3D-видео за счет автоматического выявления технических дефектов стереопары на этапе производства.

Основное содержание диссертации.

Диссертация С.В. Лаврушкина посвящена созданию нейросетевых методов для автоматического обнаружения характерных искажений стереоскопического видео.

В первой главе исследуются цветовые несоответствия и различия в резкости между левым и правым ракурсами стереопары. Проведен анализ природы этих артефактов и обзор существующих подходов к их выявлению. Сформулирована задача одновременной оценки указанных искажений и предложен оригинальный метод на основе сверточной нейросети. Объединение двух типов дефектов в одной модели позволило существенно снизить число ложных срабатываний по сравнению с отдельным обнаружением каждого вида артефакта. Экспериментально показано преимущество предложенного подхода над ранее известными методами. Также в данной главе приводится постановка задачи оценки стереоскопических искажений видео в формате VR180 и приведены результаты для рассматриваемых искажений.

Вторая глава посвящена геометрическим несоответствиям ракурсов (вертикальному смещению, повороту и относительному масштабированию одного ракурса относительно другого). Предложен нейросетевой подход, который по каждому кадру стереопары оценивает величины указанных искажений. Для обучения модели был подготовлен крупный набор стереопар с синтетически внесенными геометрическими дефектами и предложена обучающая функция потерь. Показано, что точность нового алгоритма превосходит существующие аналоги: ошибка определения углового рассогласования снижена более чем на 14%, а оценки относительного масштаба и вертикального сдвига улучшены на два порядка по сравнению с предыдущими методами. Кроме того, в главе предложен способ автоматической корректировки обнаруженных геометрических искажений, в том числе для видео в формате VR180.

Третья глава рассматривает проблему перепутанных ракурсов. Предложен новый алгоритм, использующий сверточную нейросеть для оценки вероятности наличия этого артефакта в каждой сцене. Для повышения надежности детекции привлекаются дополнительные признаки (карты глубины, движения и др.). Разработанный метод увеличил точность обнаружения перепутанных ракурсов более чем на 8% относительно лучших из известных подходов. Применение алгоритма к анализу популярных VR180-видео выявило сцены с перепутанными ракурсами в 10 роликах (около 20% выборки), что подтверждает актуальность данной задачи.

В приложении приведены дополнительные результаты анализа видео в формате VR180, включая описание методологии анализа, анализ диапазона диспаратности и примеры найденных искажений.

В заключении приведены итоговые выводы диссертации и предложены дальнейшие направления по развитию исследований.

Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Работа С.В. Лаврушкина обладает существенной научной новизной. Впервые разработаны нейросетевые методы для автоматической оценки ключевых типов стереоискажений, ранее не решавшихся в едином комплексе. Предложен алгоритм одновременного измерения цветовых и резкостных несоответствий между ракурсами, что уменьшило число ложных срабатываний по сравнению с прежними отдельными подходами. Автор показал дифференцируемость фильтра fast global smoother (FGS) и предложил использовать его в качестве блока постобработки в нейросетевых методах обработки изображений. Создан новый метод обнаружения геометрических рассогласований (сдвига, масштаба, поворота) с использованием оригинального функционала, что обеспечило рекордную точность оценки параметров и дало возможность автоматической корректировки выявленных дефектов. Также впервые разработан алгоритм

детекции перепутанных ракурсов, учитывающий глубинные и динамические признаки сцены для повышения надежности классификации. Дополнительным элементом новизны является комплексное покрытие нескольких критически значимых классов стереоискажений в рамках одной диссертационной работы, а также демонстрация применимости разработанных решений для анализа VR180-видео. Это переводит результаты из уровня отдельных алгоритмических находок в уровень целостного инструментария контроля качества стереоскопического контента.

Положения и выводы диссертации обоснованы и достоверны. Применены современные методы, включая машинное обучение и цифровую обработку изображений, подготовлены данные для обучения, а проверка алгоритмов проведена на независимых тестовых наборах, что гарантирует объективность результатов. Экспериментальные показатели убедительно подтверждают эффективность разработанных алгоритмов по сравнению с известными аналогами. Выводы работы логично вытекают из представленных данных и подтверждены апробацией: результаты докладывались на профильных конференциях и опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе в 3 работах из рецензируемых научных изданий, 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. Разработанные алгоритмы реализованы в виде программного комплекса и успешно опробованы на реальных видео, что свидетельствует о надежности и практической ценности полученных решений. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе.

1. При сравнении методов оценки искажений цвета и резкости на наборе видео формата VR180 использованы фиксированные пороги на значения оценок при вычислении количества истинных и

ложноположительных срабатываний. Для корректного сравнения точности работы методов правильнее было бы адаптивно подбирать оптимальный порог и/или вычислять площадь под ROC-кривой.

2. Хотя в работе утверждается, что в каждом из проанализированных VR180 видео встречается хотя бы одно искажение, остается непонятным, при какой величине тех или иных искажений у зрителя может возникнуть дискомфорт, а какая величина может быть допустимой и практически не повлияет на дискомфорт.

3. Главы диссертации не сбалансированы по содержанию. Первая глава получилась весьма насыщенной. В ней рассматривается одновременно два типа искажений, для которых приходится давать отдельную постановку и обзоры методов. Также именно в этой главе приводятся детали проведенного сравнения 1000 видео в формате VR180. Не рассматривался ли вариант разделения первой главы на две самостоятельные главы для более равномерного распределения материала?

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, на соискание ученой степени доктора 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:

кандидат физико-математических наук, доцент,
старший научный сотрудник Института проблем передачи информации им.
А.А. Харкевича Российской академии наук
Ершов Егор Иванович

25.02.2026 г.

Контактные данные:

Тел.: +7 (985) 979-86-96, email: ershov@iitp.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

05.13.17 Теоретические основы информатики

Адрес места работы:

127994, Москва, Большой Каретный пер., д. 19, стр. 1.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт
проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии
наук» (ИППИ РАН)

Тел.: +7 (985) 979-86-96, email: ershov@iitp.ru

Подпись старшего научного сотрудника Института проблем передачи
информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук

Ершова Е.И. удостоверяю:

Зам. директора ИППИ РАН Бедрик О.И.

25.02.2026 г.