



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «РОСТЕХ»
Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт телевидения»
(АО «НИИ телевидения»)



Политехническая ул., д. 22, Санкт-Петербург, 194021
тел. (812) 297-41-67, факс (812) 552-25-51; E-mail: niitv@niitv.ru, <http://www.niitv.ru>
ОГРН 1117847610297, ОКПО 07513895, ИНН 7802774001, КПП 780201001

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научно-техническому развитию
главный конструктор, к. т. н.



А. В. Денисов

« 28 » августа 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Грицкевича Ивана Юрьевича
«Исследование и разработка методов реализации и обработки
малоконтрастных изображений в условиях ограниченной видимости»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства
телевидения

Актуальность темы исследования. Проблема обработки малоконтрастных изображений в условиях ограниченной видимости имеет в прикладном телевидении непреходящее значение как для военных, так и для гражданских приложений. В практике подобные задачи возникают в ряде направлений:

- в системах подводной съёмки и глубоководных комплексов, где качество изображения ограничивается интенсивной фоновой помехой обратного рассеяния света от используемых осветителей;
- при создании бортовых комплексов беспилотной авиации и наземных мобильных роботов, функционирующих в условиях тумана, пыли или дождя;
- в охранных системах, работающих в сумерках и ночью в условиях нестабильного освещения.

Традиционные методы обработки (глобальная эквализация гистограммы, гамма-коррекция, ретинекс-алгоритмы) усиливают шум и артефакты, а современные глубокие нейросетевые решения требуют значительных вычислительных мощностей, что делает проблематичным их использование в компактных бортовых системах реального времени.

Таким образом, тема диссертационной работы Грицкевича И. Ю. является актуальной и соответствует мировым трендам в области компьютерного зрения и телевизионной техники.

Научная новизна и основные результаты.

К числу новых научных результатов, представленных в диссертации, относятся:

1. Гибридный метод локального контрастирования – предложен оригинальный алгоритм, где параметры обработки (размер окна, коэффициент ограничения контраста) автоматически регулируются легковесной сверточной нейронной сетью. Такой подход сочетает адаптивность нейросетей к изменениям статистик объектов и фонов с простотой и устойчивостью классических алгоритмов.

2. Новые метрики качества изображений – введены модифицированные безэталонные показатели, учитывающие локальные изменения контраста смеси сигналов и фонов. Этот эвристический подход, будучи достаточно дискуссионным, позволил автору на выбранной им компактной совокупности сюжетов проиллюстрировать возможность оценки качества изображений в задачах автоматического обнаружения объектов.

3. Модель параллельной обработки изображений на ПЛИС – разработана архитектура аппаратной реализации, обеспечивающая многократное ускорение вычислений при сохранении качества восстановления изображений.

4. Легковесная архитектура нейросети для ПЛИС – автор предложил структуру, оптимизированную для аппаратных ограничений: сниженное количество параметров, использование фиксированной арифметики, минимизация потребляемой мощности.

5. Результаты внедрения – разработки автора использованы в четырех организациях: АО «ЦКБ Фотон», АО «КБП им. А. Г. Шипунова», АО «НТЦ Элинс», ПАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева». Полученные эффекты включают сокращение артефактов, увеличение количества распознаваемых объектов и ускорение вычислений.

Обоснованность и достоверность результатов. Обоснованность научных результатов подтверждается:

- использованием математического аппарата (теории вероятностей, статистической теории связи, методов цифровой обработки сигналов);
- корректной реализацией алгоритмов в среде MATLAB и на аппаратных средствах;
- сопоставлением предложенных методов с известными аналогами (CLAHE, Multi-Scale Retinex);
- традиционными для теории решений метриками отношения сигнал/шум (PSNR) и среднеквадратической ошибки (SSIM), а также эвристическими

метриками (mAP), явно выходящими за рамки теории проверки статистических гипотез, но используемыми практиками компьютерной обработки изображений в силу их приемлемого соответствия субъективным экспертным оценкам (МСЭ-R ВТ.500-11);

- актами внедрения и результатами промышленной апробации.

По теме диссертации опубликовано 22 научные работы, в том числе 8 в журналах из перечня ВАК и 6 патентов. Это свидетельствует о высоком уровне апробации.

Значимость результатов для науки и практики. Теоретическая значимость работы заключается в развитии направления адаптивной обработки изображений, объединяющего методы цифровой обработки сигналов и элементы искусственного интеллекта.

Практическая значимость подтверждается внедрением результатов в промышленных и оборонных организациях. Особо стоит отметить:

- повышение точности распознавания объектов в условиях ограниченной видимости;
- энергоэффективность аппаратных решений (менее 5 Вт при обработке 65 кадров/с);
- возможность использования в критически важных системах – от оборонных комплексов до гражданских систем безопасности и мониторинга.

Развивать проведённое исследование в теоретическом плане целесообразно в части формализации моделей фоно-целевой обстановки с использованием диапазонов изменения статистик нестационарных сигналов объектов и фонов, а также синтеза не эвристических, а оптимальных алгоритмов, устойчивых к изменениям этих статистик. В практическом плане заслуживает внимания в рамках развитой концепции безэталонного оценивания искажений сигналов разработка методов селекции объектов, инвариантных к изменениям масштаба объектов (дальности до них при фиксированном угловой разрешающей способности телевизионной системы).

Применять полученные результаты целесообразно в разработках предприятий Объединённой приборостроительной корпорации ГК «Ростех», Концерна «Алмаз-Антей», Концерна «Калашников».

Замечания по диссертационной работе.

1. В разделе о метриках качества недостаточно обоснована концепция безэталонного оценивания искажений сигналов, которые априори не разделены на доминантный сигнал и фон; не формализовано отличие предложенной модифицированной метрики от существующих аналогов; некорректно говорится о разработке нескольких разных метрик, тогда как используется несколько вариантов одной метрики.

2. Постановка задачи обработки малоконтрастных изображений предполагает методы и оценку, в первую очередь, повышения контраста доминантных объектов относительно фона, и лишь во вторую очередь – отмечаемое автором изменение количественных характеристик достоверности обнаружения объектов, для корректной оценки которых необходима отсутствующая в работе формализация совокупности их признаков.

3. Средний нормированный контраст (2.9) и предложенная автором «итоговая оценка качества изображения» ((2.15), стр. 65, 66) содержат введённые без должного обоснования регуляризационные члены.

4. Методика количественной оценки снижения артефактов представлена излишне кратко, нет примеров соответствия между PSNR/SSIM и субъективными оценками.

5. В тексте диссертации (в ключевом разделе 2.3) и в автореферате в формуле энтропии Шеннона отсутствует знак «минус».

6. Автор злоупотребляет записью математических выражений в форме, принятой в программировании, вместо принятых в научной литературе; их оформление пестрит заменой знака умножения $\times$ на букву «х» или «*», заменой знака вычитания «-» на дефис «-».

Заключение. Отмеченные недостатки не отменяют положительной оценки диссертации Грицкевича Ивана Юрьевича «Исследование и разработка методов реализации и обработки малоконтрастных изображений в условиях ограниченной видимости», которая является завершённой научно-квалификационной работой. В ней решена актуальная научно-техническая задача, имеющая важное значение для развития прикладной телевизионной техники и систем технического зрения.

Работа отличается высоким уровнем проработки, характеризуется научной новизной и практической значимостью, подтверждённой актами внедрения и публикациями. Диссертация соответствует требованиям паспорта специальности 2.2.13 и Постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013.

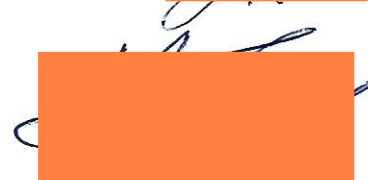
Автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв рассмотрен на заседании секции № 2 НТС АО «НИИ телевидения» 27 августа 2025 г., протокол №16.

Председатель секции №2 НТС,
доктор технических наук, профессор


А. К. Цыцулин

Старший научный сотрудник
кандидат технических наук,


Ю. Г. Богданов