# О Т З Ы В

*на автореферат диссертации Чинь Ван Тоан на тему «Алгоритмы вейвлет-фильтрации и нейросетевой обработки зашумленных изображений на основе усиления низкочастотных компонент», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»*

При обработке изображений, искажённых мультипликативным шумом, существует множество алгоритмов фильтрации и нейросетевой обработки, каждый из которых имеет как преимущества, так и ограничения, связанные с устойчивостью к шуму, сохранением границ объектов и вычислительной сложностью. Вейвлет-преобразование, благодаря способности обеспечивать локализацию сигналов одновременно в пространственной и частотной областях, является эффективным инструментом анализа и обработки изображений, в том числе для решения задач фильтрации шумов. Пороговая обработка вейвлет-коэффициентов высокочастотных субполос эффективна при аддитивных искажениях, но при мультипликативном шуме вызывает размытие границ, потерю мелких фрагментов и артефакты. Одим из способов модификации вейвлет-алгоритмов является усиление низкочастотных компонент (НЧК) спектра на этапе предварительной обработки для повышения отношения сигнал-шум. Показано, что в определенных условиях добавление детерминированной низкочастотной составляющей полезного сигнала к его зашумленной версии приводит к устойчивости и сходимости алгоритмов оценивания параметров модифицированного сигнала и, следовательно, к повышению отношения оценок параметров искомого полезного сигнала к остаточному шуму после вычитания добавленной НЧК. Таким образом, разработка и исследование алгоритмов обработки изображений с мультипликативным шумом на основе усиления НЧК при использовании вейвлет-преобразования и нейронных сетей представляют собой актуальную научно-техническую задачу.

Автором проведён анализ традиционных алгоритмов фильтрации, выявлены их недостатки и ограничения. Им разработан и практически апробирован ряд новых алгоритмов.

1. Модифицированный и адаптивный алгоритмы пороговой обработки вейвлет-коэффициентов с усилением НЧК в высокочастотных субполосах.

2. Алгоритмы комбинированной фильтрации зашумленных изображений на основе текстурного анализа с использованием фильтра Винера и метода нелокального усреднения (NLM) в области вейвлет-преобразования.

3. Алгоритмы фильтрации на основе архитектуры нейронной сети U-NET, применяемой в области вейвлет-преобразования, а также архитектур LSTM и трансформера, применяемых для обработки пространственно-ориентированных деревьев (ПОД) вейвлет-коэффициентов.

Поставленная в диссертации Чинь Ван Тоан научная задача решена. Достоверность и эффективность предложенных в диссертации решений подтверждены теоретически и экспериментально с использованием значительного объёма синтетических и реальных зашумлённых изображений. По результатам диссертационных исследований автором опубликованы 15 научных работ, из которых 4 статьи в изданиях из перечня ВАК, 2 статьи, индексируемые в базе Scopus, 5 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях, получены 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Тем не менее, по автореферату имеются следующие замечания.

1. В автореферате не приведено обоснование выбора конкретных значений уровня декомпозиции и типа вейвлет-базиса, использованных при экспериментальной проверке алгоритмов; целесообразно было бы привести сравнение нескольких вейвлет-базисов и оценить их влияние на эффективность фильтрации.

2. В тексте автореферата не приведено сравнение эффективности разработанных алгоритмов с гомоморфной фильтрацией, которая преобразует мультипликативный шум в аддитивный, что, как правило, повышает качество обработки изображений в пространственной и частотной областях.

3. В автореферате не определен объем и семантика синтетических и зашумленных ансамблей изображений, используемых при экспериментальных исследованиях и их полноты для достоверной оценки параметров эффективности разработанных алгоритмов. Не приведены оценки доверительных интервалов и вероятностей при сравнении с известными алгоритмами, при этом, например, выигрыш по пиковому отношению сигнал/шум составляет лишь доли децибела.

В целом диссертационная работа Чинь Ван Тоан является научно-квалифицированной работой, представляет собой законченное современное научно-техническое актуальное исследование, содержит совокупность научно-обоснованных решений в рамках поставленной задачи, соответствует требованиям действующего «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а Чинь Ван Тоан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

---

Отзыв составил:
профессор кафедры
телевидения и управления ТУСУР,
к.т.н., с.н.с. М.И. Курячий

«24» июля 2026 г.

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)
Почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
Телефон: (3822) 51-05-30
E-mail: office@tusur.ru

Я, Курячий Михаил Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, с вязанные с защитой диссертации Чинь Ван Тоан, и их дальнейшую обработку.

М.И. Курячий

Подпись Курячего М. И.
УДОСТОВЕРЯЮ
Ученый секретарь
Е.В. Прокопчук