

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Саввина Сергея Викторовича на тему «Алгоритмы обработки изображений с достижением эффекта сверхразрешения на основе методов оптимальной фильтрации и машинного обучения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Современные системы обработки информации, управления и принятия решений во многом основаны на компьютерном анализе регистрируемых цифровых изображений. Подобные алгоритмы анализа требуют определенного уровня качества входных данных для получения достоверных результатов. Однако качество цифровых изображений может быть снижено как за счет искажающих воздействия различных помех, так и их недостаточного разрешения. Таким образом, важной является задача синтеза алгоритмов сверхразрешения, которые не только увеличивают разрешение обрабатываемых изображений, но и устраняют воздействие помех. При этом относительно небольшое количество существующих работ посвящено вопросу компенсации помех аппликативного характера, проявляющихся в появлении на изображениях участков ложных наблюдений, носящих случайный характер. В соответствии с этим, представляется важным дальнейшее исследование моделей алгоритмов сверхразрешения в условиях аппликативных помех, и диссертационная работа, посвященная разработке и исследованию таких моделей и алгоритмов на основе метод оптимальной фильтрации и машинного обучения, является актуальной.

Новизна и научная ценность полученных в работе результатов состоит в следующем.

1. Осуществлена декомпозиция процесса итеративной обработки последовательности цифровых изображений с целью устранения воздействия аппликативных помех за счет избыточности данных. Предложены и обоснованы модели и комплексные алгоритмы, реализующие данный процесс на основе оптимальной нелинейной фильтрации и разработанного алгоритма сегментации участков ложных наблюдений. Описаны математические соотношения для вычисления вероятности принадлежности пикселей к полезным и ложным наблюдениям на основе результатов сегментации.

2. Предложены и обоснованы комплексные алгоритмы многокадрового сверхразрешения, реализующие процесс итеративной обработки при помощи глубоких сверточных нейронных сетей. Предложена архитектура сверточной нейронной сети для повышения качества исходных изображений, представленная в виде ненаправленного ациклического графа.

3. Проведено экспериментальное исследование предложенных алгоритмов многокадрового сверхразрешения в условиях воздействия аппликативных помех с известными алгоритмами, решающими эту задачу.

Полученные результаты позволяют осуществлять выбор между альтернативными фундаментальными подходами (статистическая обработка и машинное обучение) к синтезу таких алгоритмов при решении задач компьютерного зрения.

4. Предложены и обоснованы комплексные алгоритмы сверхразрешения видеоданных, основанные на обработке нескольких соседних кадров методом скользящего окна при помощи глубоких сверточных нейронных сетей. Обоснована модификация предложенной нейронной сети в виде направленного ациклического графа, позволяющая ускорить обработку видеоданных.

Результаты диссертации основаны на применении взаимодополняющих теоретических методов исследований, обладают высокой степенью обоснованности и достоверности и прошли апробацию на нескольких международных научных и научно-технических конференциях.

Тем не менее, на основании автореферата работы можно сделать следующие замечания.

1. Неясны ключевые отличия между нейронной сетью для повышения качества изображений, использованной в алгоритме АСНС, и сверточной нейронной сетью, представленной в виде ненаправленного ациклического графа и использованной в алгоритме АСНСС.

2. Недостаточно подробно описан процесс формирования обучающих выборок. В частности, неясно каким образом формировались ложных наблюдения и области их локализации.

Наличие данных замечаний не влияет на общую положительную оценку работы.

**Вывод.** Задачи, решаемые в диссертации, являются актуальными, представленные результаты и положения обладают научной новизной и практической значимостью. Диссертация соответствует всем пунктам требований «Положения о присуждении ученых степеней», и ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Директор НТЦ АО «Концерн «Созвездие»  
кандидат физико-математических наук, доцент.

«17» августа 2022 г.

Прибытков Юрий Николаевич

АО «Концерн «Созвездие»  
394018, г. Воронеж, ул. Плехановская, 14  
Служебный тел.: +7 (4732) 252 52 52 доб. 104-81  
E-mail: [yu.n.pribitkov@sozvezdie.su](mailto:yu.n.pribitkov@sozvezdie.su)



Подпись Прибыткова Ю.Н. заверяю.