

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента кандидата физико-математических наук старшего научного сотрудника АНО «Институт искусственного интеллекта» Конушина Антона Сергеевича на диссертационную работу Евдокимовой Виктории Витальевны «Метод крупношагового метаобучения в сквозной нейросетевой реконструкции одного класса изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение

### **Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы работы подтверждается тенденцией к уменьшению размеров объективов в системах технического зрения. В последних исследованиях предлагаются оптические системы на основе дифракционной оптики, которые позволяют уменьшить количество оптических элементов в оптической системе, но формируют изображения с сильными искажениями. Качество формируемых изображений практически не применимо для прикладного использования, поэтому появляется необходимость в разработке алгоритмов реконструкции изображений, полученных в изображающих дифракционно-оптических системах.

В диссертационной работе Евдокимовой В.В. разработаны нейросетевые алгоритмы реконструкции изображений, обучение которых проводилось на изображениях, сформированных в лабораторных условиях. Большой интерес в прикладных задачах представляют изображения, сформированные в условиях, отличных от лабораторных, поэтому в работе также разработаны алгоритмы адаптации нейросетевых моделей к новым условиям формирования изображений, что обеспечивает возможность создания объективов на основе сверхлегких дифракционно-оптических элементов.

### **Новизна проведённых исследований и полученных результатов**

Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов состоит в следующем:

1. Разработаны алгоритмы сквозной нейросетевой реконструкции, обеспечивающие повышение качества изображений в ИДОС, на основе полнокадровой и локальной нейросетевой обработки.
2. Теоретически обоснован метод крупношагового метаобучения, позволяющий провести адаптацию нейросетевых моделей реконструкции по нулевой выборке под различные условия формирования изображений.
3. Впервые предложен критерий оценки уровня ложных контуров (FEL), позволяющий учитывать реальные данные в процессе обучения сети с целью уменьшения артефактов нейросетевой реконструкции.

Входящий № 104-9262  
Дата 05 ДЕК 2024  
Самарский университет

4. Разработаны новые алгоритмы аугментации данных с учетом особенностей видеоинформационного тракта, приводящих к артефактам реконструкции.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений**

Обоснованность и достоверность научных результатов и выводов, полученных в диссертационной работе, обеспечивается использованием большого объема изображений, сформированных дифракционно-оптическими системами разных конфигураций, сравнением качества реконструкции изображений на основе разрабатываемых нейросетевых алгоритмов с ранее используемым алгоритмом на основе обратной свертки, а также использованием средней экспертной оценки для обоснования эффективности предлагаемого критерия оценки уровня ложных контуров.

Основные разделы диссертационного исследования достаточно обоснованы со ссылками на передовые исследования в области реконструкции изображений в дифракционно-оптических системах, а также в смежной области сверхразрешения по одному изображению.

По результатам диссертации опубликовано 16 работ, из которых 3 работы опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК, 9 работ опубликованы в изданиях, входящих в базы данных WoS и Scopus, и 4 работы опубликованы в виде тезисов международных конференций.

#### **Практическая значимость результатов, полученных в диссертации**

Результаты работы внедрены в ООО «Локус» и использованы в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме «Конструктор системы дистанционного зондирования Земли для космического аппарата типа Кубсат с дифракционной оптикой и обучающими методиками для формирования инженерных знаний, навыков и ключевых компетенций в сфере дистанционного зондирования Земли, машинного зрения и искусственного интеллекта».

#### **Общая характеристика диссертационной работы**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и 5 приложений. Объем диссертации составляет 147 страниц, включая 79 изображений и 8 таблиц. Список литературы содержит 110 наименований.

Во введении автор представляет обоснование актуальности работы, описание основных положений, выносимых на защиту, пунктов научной новизны работы.

В первой главе представлен обзор изображающих дифракционно-оптических систем различных конфигураций, представлены примеры формируемых изображений, а также приведена средняя оценка их качества

с помощью критерия PSNR (peak signal-to-noise ratio, пиковое отношение сигнала к шуму).

Вторая глава диссертации посвящена разработке нейросетевых алгоритмов реконструкции изображений, основанных на модели искажений, характерных для дифракционно-оптических систем. Описана двухэтапная схема реконструкции, включающая обработку изображения двумя нейронными сетями (полнокадровой и локальной).

В третьей главе описываются разработанный критерий оценки количества артефактов реконструкции на реальных изображениях, алгоритмы аугментации обучающей выборки с целью уменьшения артефактов реконструкции на изображениях реальных сцен, а также приведено теоретическое обоснование метода крупношагового метаобучения, которое позволяет реализовать независимое последовательное обучение нейросетевых моделей в новых прикладных доменах, в отличие от оригинального мелкошагового метода, в котором при появлении нового домена требуется обучение всех нейросетевых моделей во всех доменах.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований алгоритмов сквозной нейросетевой реконструкции изображений, критерия оценки уровня ложных контуров, аугментации обучающего набора данных и алгоритма адаптации нейросетевой модели на основе метода крупношагового метаобучения. Приведено сравнение результатов с алгоритмом на основе обратной свертки и со средней экспертной оценкой MOS (mean opinion score).

В заключении представлены основные результаты диссертационного исследования.

Содержание диссертации соответствует сформулированной цели и задачам исследования.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В работе используется термин «сквозная нейросетевая реконструкция», при этом четко этот русскоязычный термин не поясняется во введении, и не поясняется, почему важна разработка именно «сквозной» реконструкции, а не какой-то другой.

2. Во введении в работу при описании целей и задач исследования говорится о необходимости достичь «потребительского качества» получаемых изображений. В дальнейшем оценка работы методов производится на изображениях обычных сцен, типичных пользовательских фотографиях. Но также говорится о том, что результаты работы использовались в проектах по дистанционному зондированию Земли с космических аппаратов. Но это совершенно другой домен изображений, и насколько предложенные алгоритмы подходят для этого домена, и как это

проверялось, не сказано. Вообще в тексте диссертации вопрос дальнейшего использования полученных результатов не отражен совсем.

### Заключение

Диссертационная работа В.В. Евдокимовой содержит новые результаты и положения, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. Работа обладает единством повествования и выполнена на достаточно высоком научном уровне, все полученные результаты обоснованы и подтверждены публикациями и актом внедрения. Указанные замечания не снижают ценности работы.

Таким образом, представленная диссертационная работа «Метод крупношагового метаобучения в сквозной нейросетевой реконструкции одного класса изображений» отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а, её автор, Евдокимова Виктория Витальевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение.

Официальный оппонент  
Старший научный сотрудник  
АНО «Институт искусственного  
интеллекта»,  
кандидат физико-математических  
наук

А.С. Конушин

29.11.2024

Адрес: 121170, г. Москва, пр-кт Кутузовский, д.32, корп.1  
Телефон: +79166203185  
E-mail: konushin@airi.net

*Подпись сотрудника АНО «Институт Искусственного  
Интеллекта» удостоверяю*

*ИР Бизнес-партнер*

*АНО «Институт Искусственного Интеллекта»*



*Ю.А. Жуковская*