

## ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора физико-математических наук Соловьёва Игоря Игоревича  
на диссертационную работу Зиядинова Вадима Валерьевича  
на тему «Оптимизация помехоустойчивости и точности нейросетевого  
распознавания изображений», представленную на соискание  
учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства  
телевидения

### Общая характеристика работы

Диссертация представлена на 141 странице, содержит рисунки, таблицы, введение, 5 разделов, заключение, список сокращений и условных обозначений, список терминов, список литературы, приложение. Представленный автореферат соответствует диссертации. Все основные научные положения, а также промежуточные выводы, представленные в диссертации, получены автором лично.

### Актуальность темы исследования

На сегодняшний день нейронные сети все более активно применяются в различных областях, таких как компьютерное зрение, распознавание речи, обработка естественного языка и т. д. Использование нейронных сетей позволяет упростить и ускорить решение многих актуальных задач, расширить возможности автоматизации множества процессов. При этом относительно недавние исследования показали, что нейронные сети оказываются уязвимыми к воздействию внешних искажений, помех и атак, что может привести к неправильным результатам работы этих сетей и введению ошибок в их работу. Исследования, направленные на повышение устойчивости нейронных сетей к различного рода помехам и атакам позволят повысить надежность и безопасность систем, основанных на нейронных сетях. Повышение помехоустойчивости нейронных сетей имеет важное практическое значение и поможет создать более надежные и безопасные системы на основе нейронных сетей.

Вход. № 58/24  
« 23 » 05 20 24.  
подпись

Таким образом, автором затронута актуальная тема, обладающая научной новизной и высокой теоретической и практической значимостью.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается опубликованными автором работами. Автором опубликовано 19 научных трудов по теме диссертации. Результаты диссертационной работы изложены в 9 печатных публикациях в рецензируемых изданиях, входящих в список ВАК или индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, результаты доложены на 4 научно-технических конференциях. В диссертационной работе приведены также акты о внедрении результатов, что подтверждает обоснованность сформулированных автором научных положений, выводов и рекомендаций.

**Научная новизна** обоснована следующим: соискатель впервые представил доказательство существования оптимального значения неопределённости в обучающих изображениях, позволяющего достичь максимальной интегральной точности распознавания тестовых изображений с различными искажениями при заданном пороге минимальной точности распознавания, а также подход к повышению точности распознавания изображений, подвергнутых состязательным атакам, на основе низкочастотной фильтрации изображений в совокупности с предварительным обучением нейронной сети размытыми изображениями.

### **Достоверность результатов**

Достоверность результатов, приведённых в диссертации, подтверждается непротиворечивостью использованных методов и воспроизводимостью полученных результатов.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования обусловлена вкладом в развитие исследований робастности и устойчивости методов искусственного интеллекта к внешним воздействиям, в том числе разработкой метода нахождения оптимума количества искажений в обучающих данных, разработкой метода противостояния высокочастотным

искажениям, доказательством методом статистического моделирования существования оптимального значения неопределённости в обучающих изображениях, позволяющего достичь максимальной интегральной точности распознавания тестовых изображений с различными искажениями при заданном пороге минимальной точности распознавания и разработкой подхода к повышению точности распознавания изображений на основе низкочастотной фильтрации изображений.

Предложенный автором метод аугментации обучающих изображений позволяет повысить точность распознавания тестовых изображений, что может быть использовано в различных практических приложениях. Практическая значимость подтверждена актом использования результатов диссертационной работы.

#### **Замечания по работе**

. В разделе 4.2 диссертации автор не обосновывает выбор пропорций между искажёнными и неискажёнными изображениями в пределах каждого способа аугментации.

. Из методов проведения состязательных атак автором рассмотрен только FGSM, что может ограничить общность результатов и выводов диссертации.

. Не обоснован выбор именно гауссова фильтра нижних частот, не рассмотрены альтернативные реализации фильтра (скользящее среднее, корень из приподнятого косинуса и т.д.).

Описанные недостатки не снижают ценности разработанных автором методов и проведённой диссертационной работы в целом и могут рассматриваться как рекомендации по направлениям дальнейших исследований.

#### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней**

Диссертация «Оптимизация помехоустойчивости и точности нейросетевого распознавания изображений» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития методов распознавания изображений. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним

единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Таким образом, диссертация полностью соответствует требованиям к диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук, указанных в «Положении о порядке присуждения учёных степеней», утверждённом постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013. Автор диссертации Зиядинов Вадим Валерьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент

И. И. Соловьёв

Д.ф.-м.н. по специальности 01.04.15 Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика, ведущий научный сотрудник отдела фундаментальных исследований Научно-инжинирингового центра специальной радиосвязи и радиомониторинга ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»

Адрес организации: г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78

Телефон: +7 (499) 600-80-80

Email: igor.soloviev@gmail.com

Подпись Соловьёва Игоря Игоревича заверяю:

Проректор РТУ МИРЭА



О. Е. Винокуров