ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата физико-математических наук Доленко Сергея Анатольевича на диссертацию Ильиной Ольги Викторовны на тему: «Повышение устойчивости и точности нейросетевого обнаружения искажённых объектов при видовом мониторинге», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Ильиной О.В. посвящена повышению точности и робастности нейросетевых моделей обнаружения объектов на изображениях при видовом мониторинге, прежде всего на аэрофотоснимках и снимках дистанционного зондирования Земли.

Актуальность темы определяется несколькими обстоятельствами. Во-первых, нейросетевые модели обнаружения объектов получили широкое распространение в системах дистанционного зондирования, транспортного мониторинга и технического зрения. Во-вторых, качество работы таких моделей существенно снижается при отклонении условий эксплуатации от условий обучения. Причинами служат шумы, размытие, атмосферные явления и особенности оптического тракта, то есть сдвиг распределения входных данных. В-третьих, системы видового мониторинга подвержены преднамеренным воздействиям, в частности состязательным патч-атакам, реализуемость которых в физическом мире показана и для аэрофотоснимков, и для задач обнаружения пешеходов.

Существенно, что значительная часть работ по робастности ориентирована на классификацию изображений. Перенос результатов на задачу обнаружения, где одновременно оцениваются наличие, класс и координаты объекта, не является непосредственным. Это придаёт выбранной соискателем постановке самостоятельное научное и практическое значение. Тематика соответствует п. 11 паспорта специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

2. Краткая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов, списка литературы из 97 наименований и двух приложений. Текст работы изложен на 112 страницах, работа содержит 23 рисунка и 1 таблицу. Диссертация написана хорошим русским языком, с соблюдением принятого стиля написания научно-квалификационных работ, и практически не содержит опечаток.

Вход. № 240/26
«16» 11 2026
подпись

В первом разделе выполнен обзор методов обнаружения объектов, метрик оценки качества и робастности, а также методов повышения устойчивости к естественным искажениям и патч-атакам. На основе обзора выявлены нерешённые проблемы и сформулированы границы исследования: фиксированная архитектура детектора и повышение устойчивости за счёт правильной подготовки данных, предобработки и внешней защиты.

Во втором разделе исследовано влияние аддитивного белого гауссова шума (АБГШ) и гауссова размытия на качество обнаружения транспортных средств на аэрофотоснимках. Предложен способ формирования обучающего набора, в котором уровень размытия задаётся полунормальным распределением. Показано, что умеренное искажение обучающих данных повышает полноту обнаружения, а избыточное приводит к потере точности локализации и падению качества на неискажённых изображениях.

В третьем разделе показано, что робастность к гауссову размытию не переносится на АБГШ. Предложены адаптивная схема предварительной обработки изображений, включающая блок оценки коэффициента статистической неоднородности и гауссов фильтр, а также метод интегральной оценки помехоустойчивости. Такой подход показал возможность адаптировать статистические характеристики тестовых изображений к статистическим характеристикам обучающих изображений.

В четвёртом разделе предложен метод локализации и удаления состязательных патч-атак на основе реконструкции изображения автокодировщиком, анализа карты ошибок реконструкции, кластеризации аномальных областей и применения маски. Метод проверен на наборе INRIA-Person в сравнении с методами SAC и PAD.

Работа выстроена логично: от анализа проблемы через исследование естественных искажений и адаптивную обработку к защите от преднамеренных воздействий. Заключение соответствует поставленным задачам.

Содержание автореферата полностью соответствует тексту диссертации, раскрывая главные научные результаты диссертационной работы.

3. Научная новизна работы

Научную новизну диссертационной работы составляют:

– способ формирования обучающего набора изображений с заданным полунормальным законом распределения уровней искажений, определяющим компромисс между полнотой обнаружения и точностью локализации;

– адаптивный метод предварительной обработки изображений, основанный на оценке статистической неоднородности входного изображения и автоматическом выборе

режима фильтрации, не требующий изменения архитектуры и повторного обучения модели обнаружения объектов;

– метод локализации и удаления состязательных патч-атак на основе реконструкции изображения и анализа локальных статистических характеристик карты ошибок реконструкции.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность

Научные положения, выносимые на защиту, сформулированы чётко и подтверждены экспериментально.

Положение 1 подтверждено серией экспериментов с моделями, обученными на наборах с разным распределением уровней искажений. Полученные зависимости усреднённой полноты AR от уровня искажений тестового набора (рисунок 1 в автореферате) и контурные графики доли корректно локализованных объектов в зависимости от IoU (рисунок 2 в автореферате) показывают наличие двух конкурирующих эффектов: роста полноты и снижения точности локализации. Это позволяет обоснованно выбирать параметр распределения искажений в обучающем наборе изображений. Практически значим вывод о том, что устойчивость определяется не только присутствием искажённых изображений в обучающем наборе, но и законом распределения уровней искажений.

Положение 2 подтверждено введением интегральной оценки помехоустойчивости S (формулы (3) - (4) в автореферате) и анализом её зависимости от параметров обучения и адаптивной схемы (рисунок 4 в автореферате). Вывод о том, что ни адаптивная предварительная обработка, ни аугментация по отдельности не дают результата, который позволяет получить сочетание методов, подкреплён экспериментом. Заявленный рост оценки в 1,4 раза относительно исходной модели соответствует приведённым данным.

Положение 3 подтверждено сравнением с известными методами защиты. Рост mAP в условиях атаки с 46,8% до 81,0% при сохранении mAP = 93,5% на изображениях без атак превосходит показатели методов SAC (53,7%) и PAD (76,9%). Важным достоинством предложенного метода является отсутствие необходимости модификации и переобучения модели обнаружения объектов при появлении новых типов атак.

Достоверность результатов обеспечена корректным использованием аппарата теории вероятностей, математической статистики, машинного обучения и цифровой обработки изображений, а также верификацией на общедоступных наборах данных. Результаты опубликованы в рецензируемых изданиях (5 журнальных публикаций) и апробированы на научных конференциях.

5. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость заключается в уточнении представлений о механизмах переноса робастности между типами искажений (гауссова размытия и АБГШ). Практическая значимость определяется возможностью использования методов в системах видового мониторинга, дистанционного зондирования и других системах компьютерного зрения без перепроектирования детектора. Она подтверждена актом использования в МТУСИ и внедрением в НИР «Шеренга-2020», СЧ ОКР «5Р17К302-МТУСИ», НИР «Лакмус-СПП», а также шестью свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

6. Замечания по диссертационной работе

Наряду с отмеченными достоинствами по работе можно высказать следующие замечания и пожелания:

1. Для повышения воспроизводимости результатов было бы желательно систематизировать и привести в диссертации параметры обучения всех нейросетевых моделей, используемых в работе: архитектуры искусственных нейронных сетей, параметры оптимизации, количество эпох, размер пакета; правила аугментации и настройки процедуры оценки.

2. Заявленное автором утверждение о том, что предложенные способы и методы инвариантны по отношению к используемым нейросетевым архитектурам, выглядит правдоподобно. Тем не менее, его нельзя считать доказанным: в тексте диссертации демонстрация результатов ограничена конкретными примерами реализации. Было бы целесообразно расширить экспериментальную базу исследования для подтверждения универсальности разработанных методов.

3. В методе удаления состязательных патч-атак сначала выявляется аномальная область, после чего выполняется её обработка. Было бы полезно отдельно оценить точность локализации самой области атаки.

4. Рассматриваемый метод локализации аномальных областей основан на сравнительном анализе гистограмм нормальных областей и областей атаки. В перспективе стоит отдельно рассмотреть более сложный вариант атаки, при котором накладываемые фрагменты (патчи) представляют собой прямые или искажённые копии фрагментов нормального изображения, имеющие близкие гистограммы.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы О.В. Ильиной.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертация Ильиной Ольги Викторовны «Повышение устойчивости и точности нейросетевого обнаружения искажённых объектов при видовом мониторинге» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи повышения точности и робастности нейросетевого обнаружения объектов в условиях естественных искажений и состязательных патч-атак, имеющей значение для развития радиотехники и систем технического зрения. Работа выполнена на высоком научном уровне, результаты обоснованы, достоверны и обладают научной новизной и практической значимостью. Автореферат и публикации соискателя отражают основное содержание диссертации.

По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости **диссертация** Ильиной Ольги Викторовны на тему «Повышение устойчивости и точности нейросетевого обнаружения искажённых объектов при видовом мониторинге» **соответствует** требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно пп. 9-11, 13-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а её **автор** Ильина Ольга Викторовна **достойна присуждения** ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент:
заведующий лабораторией адаптивных методов обработки данных НИИЯФ МГУ,
кандидат физико-математических наук по научным специальностям 01.04.05 – Оптика, 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (НИИЯФ МГУ), 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
Тел.: +7 (495) 939-46-19, e-mail: dolenko@srd.sinp.msu.ru

С.А. Доленко

11.11.2026

Подпись Доленко Сергея Анатольевича удостоверяю

Учёный секретарь НИИЯФ МГУ, к.ф.-м.н. Е.А. Сигаева

12.11.2026