Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт точных приборов»
(АО «НИИ ТП»)

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490
Тел. (495) 231-38-22. Факс (499) 204-79-66. E-mail: info@niitp.ru; http: www.niitp.ru
ОКПО 11482462, ОГРН 1097746735481, ИНН/КПП 7715784155/771501001

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
по науке и информационным системам,
член-корреспондент РАРАН,
доктор военных наук, профессор
С.В. Чварков
«7» ноября 2026 года

ОТЗЫВ

ведущей организации Акционерное общество «Научно исследовательский институт точных приборов» на диссертацию **Ильиной** Ольги Викторовны на тему: «Повышение устойчивости и точности нейросетевого обнаружения искажённых объектов при видовом мониторинге», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в т. ч. системы и устройства телевидения

Актуальность темы диссертации

В настоящее время активно развиваются системы видового мониторинга, основанные на использовании технологий дистанционного зондирования Земли, аэрофотосъёмки и автоматизированного анализа изображений. Получаемые данные применяются для мониторинга транспортных средств, объектов инфраструктуры, природных территорий и других объектов, требующих оперативного получения и обработки визуальной информации.

Увеличение объёмов, поступающих данных, усложнение условий наблюдения и необходимость повышения оперативности обработки обусловливают

Вход. № 221/26
«09» 11 2026
подпись

актуальность разработки интеллектуальных систем обнаружения объектов на основе методов машинного обучения и глубоких нейронных сетей.

Одной из ключевых задач при создании подобных систем является обеспечение высокой точности обнаружения объектов в условиях изменения характеристик входных изображений. На практике качество изображений может ухудшаться вследствие воздействия шумов, размытия, изменения освещённости, атмосферных явлений, особенностей формирования изображений и других факторов.

Возникающие искажения способны приводить к снижению точности классификации и локализации объектов, что ограничивает возможности практического применения нейросетевых моделей за пределами условий, характерных для обучающей выборки.

Дополнительную проблему представляют преднамеренные воздействия на входные изображения, в частности состязательные патч-атаки, направленные на нарушение работы систем автоматического обнаружения. Такие воздействия могут существенно снижать эффективность обнаружения объектов даже при сохранении общей визуальной структуры изображения. В связи с этим создание методов, позволяющих повысить устойчивость нейросетевых моделей как к естественным искажениям, так и к преднамеренным состязательным воздействиям, представляет значительный научный и практический интерес.

Особую значимость имеют методы повышения робастности, не требующие существенной модификации архитектуры нейросетевой модели и позволяющие сохранить высокую точность обнаружения в нормальных условиях наблюдения. Решение данной задачи способствует повышению надёжности автоматизированных систем видового мониторинга, используемых при обработке аэрофотоснимков, дистанционном наблюдении за транспортными средствами и объектами инфраструктуры, а также в других областях применения технологий компьютерного зрения.

В этой связи диссертационная работа Ильиной Ольги Викторовны, посвящённая разработке методов повышения точности и устойчивости нейросете-

вого обнаружения объектов при воздействии естественных и искусственных искажений, является актуальной и имеет существенное значение для развития интеллектуальных систем обработки изображений.

Личное участие автора в получении научных результатов диссертации

Все основные научные и практические результаты, выносимые на защиту и изложенные в работе, получены соискателем лично. Личный вклад Ильиной О.В. заключается в детальном математическом и программном моделировании процессов внесения деградаций в обучающие наборы изображений.

Автор самостоятельно выполнила большой объём экспериментальных исследований по оценке помехоустойчивости нейросетевых моделей обнаружения объектов на изображениях видового мониторинга. Ею лично проведён глубокий статистический анализ полученных экспериментальных результатов, в ходе которого были обнаружены ключевые зависимости между характером искажений входных данных и обобщающей способностью свёрточных нейронных сетей, а также определены границы устойчивости фиксированных архитектур.

Из совместных научных публикаций в текст диссертации вошли исключительно те результаты и выводы, которые были получены соискателем полностью самостоятельно.

Структура и основные научные результаты работы

Диссертационная работа Ильиной О.В. изложена на 112 печатных страницах и включает введение, четыре раздела, заключение, список сокращений и условных обозначений, список терминов, список литературы и приложения объёмом 8 страниц. Список литературы содержит 97 наименований. В работе представлены 23 рисунка и 1 таблица.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определена степень её разработанности, сформулированы цель и задачи работы, объект и предмет исследования, приведены положения, выносимые на защиту, и основные сведения о научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов, их апробации и внедрении.

В первом разделе диссертации проведён анализ современных методов нейросетевого обнаружения объектов на изображениях, существующих подходов к оценке качества и устойчивости моделей, а также методов противодействия естественным и искусственным искажениям. Рассмотрены способы повышения робастности на основе аугментации обучающих данных, предварительной обработки изображений, изменения архитектуры нейронных сетей и применения специальных методов защиты от состязательных воздействий. По результатам анализа определены основные проблемы, связанные со снижением качества обнаружения при изменении статистических характеристик входных данных и воздействии состязательных патч-атак.

Второй раздел посвящён исследованию влияния естественных искажений на качество обнаружения объектов и разработке способа формирования обучающего набора изображений с заданным распределением уровней искажений. Рассмотрены воздействия аддитивного белого гауссова шума и гауссова размытия. Экспериментально исследована зависимость качества обнаружения от интенсивности искажений в обучающих и тестовых данных. Показано, что выбор распределения уровней искажений при обучении существенно влияет на устойчивость модели. В частности, включение в обучающий набор изображений с умеренным уровнем шума позволяет повысить полноту обнаружения более чем в два раза в диапазоне отношений сигнал/шум от −8 до 0 дБ, а использование изображений с определённым распределением уровней размытия обеспечивает аналогичный эффект при испытаниях с радиусом размытия от 6 до 12 пикселей.

В третьем разделе рассматриваются вопросы повышения устойчивости нейросетевых моделей путём адаптивной предварительной обработки изображений. Предложен метод, основанный на оценке статистической неоднородности входного изображения и автоматическом выборе режима фильтрации. Разработанный подход предусматривает применение гауссова фильтра для подавления высокочастотных составляющих шума при соответствующих характеристиках входных данных. Показано, что совместное использование предложенного способа формирования обучающей выборки и адаптивной предварительь-

ной обработки позволяет повысить интегральную оценку помехоустойчивости модели в 1,4 раза по сравнению с исходной моделью без применения указанных методов.

Четвёртый раздел посвящён разработке метода локализации и удаления состязательных патч-атак на изображениях. Предложенный метод основан на реконструкции изображения, анализе локальных статистических характеристик карты ошибок реконструкции, выявлении аномальных областей и их последующей обработке. Проведено экспериментальное сравнение разработанного решения с известными методами защиты. На наборе изображений *INRIA-Person* показано увеличение значения метрики качества обнаружения *mAP* с 46,8% до 81,0% при воздействии состязательной патч-атаки. При этом на изображениях без атак значение *mAP* сохраняется на уровне 93,5%. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности предложенного подхода для повышения устойчивости моделей обнаружения объектов к преднамеренным воздействиям.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования, обобщены выводы по выполненным разработкам и подтверждено решение поставленной научной задачи.

Структура работы соответствует поставленной цели, а содержание разделов последовательно раскрывает основные этапы исследования: анализ существующих решений, разработку метода робастного обучения, создание адаптивной предварительной обработки изображений и разработку метода защиты от состязательных патч-атак.

Степень достоверности результатов проведённых исследований

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается корректным использованием методов теории вероятностей, математической статистики, машинного обучения и цифровой обработки изображений. Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается экспериментальной проверкой предложенных решений на тестовых наборах данных. Обоснованность сформулированных выводов подтверждается представленными результатами численного моделирования, анализом зависимостей качества обнаружения

от интенсивности искажений и сопоставлением разработанного метода защиты от состязательных патч-атак с известными решениями. Количественные результаты, представленные в диссертационной работе, демонстрируют практический эффект предложенных методов и подтверждают возможность повышения устойчивости моделей в рассмотренных условиях испытаний.

Материалы диссертационного исследования прошли апробацию на трёх научно-технических конференциях и двух семинарах.

По теме работы опубликовано семь научных работ, включая три публикации в изданиях, индексируемых международными наукометрическими базами данных *Web of Science* и *Scopus*, две статьи в журналах из Перечня ВАК, а также две работы, связанные с программной реализацией научных результатов исследования.

Получено шесть свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Основное содержание работы соответствует заявленной цели и задачам исследования. Результаты имеют научное и практическое значение для разработки методов повышения устойчивости нейросетевых моделей обнаружения объектов.

Научная новизна полученных результатов исследования

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке комплекса методов повышения точности и робастности нейросетевого обнаружения объектов при воздействии естественных и преднамеренных искажений входных изображений.

К основным научным результатам, полученным лично соискателем, следует отнести:

– способ формирования обучающего набора изображений, предусматривающий целенаправленное включение искажённых изображений с заданным распределением уровней искажений для повышения устойчивости нейросетевой модели обнаружения объектов;

– адаптивный метод предварительной обработки изображений, основанный на оценке их статистической неоднородности и автоматическом выборе режима фильтрации;

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

Значимость для науки и практики полученных результатов

Научная значимость диссертационного исследования заключается в существенном развитии подходов к обеспечению робастности и устойчивости нейросетевых моделей обнаружения объектов на цифровых изображениях, подвергшихся воздействию как естественных, так и преднамеренных искажений. Полученные автором теоретические результаты гармонично развивают существующие научные представления о зависимости качества функционирования свёрточных нейронных сетей от характера, типа и интенсивности внешних искажающих воздействий, а также от статистических параметров формирования обучающих наборов данных. Особое научное значение имеет экспериментальное установление количественных закономерностей и особенностей влияния распределения уровней гауссова размытия в обучающей выборке на интегральную полноту обнаружения и точность геометрической локализации малоразмерных объектов. Это позволило научно обосновать введение оптимального уровня неопределённости в обучающие данные для целенаправленного повышения робастности фиксированных архитектур компьютерного зрения. Выводы исследования значимо углубляют теоретическую базу систем искусственного интеллекта для последующего проектирования помехоустойчивых систем и устройств технического зрения.

Практическая значимость работы определяется возможностью непосредственного использования предложенных способов, алгоритмов и численных результатов при создании, модернизации и практической эксплуатации интеллектуальных систем автоматизированного видового мониторинга реального времени, функционирующих в сложных условиях регистрации визуальных

данных. Разработанный способ обучения на частично искажённых выборках обеспечивает рост метрики полноты обнаружения в переходной области малых ОСШ (от -8 до 0 дБ) более чем в 2 раза, а предложенный алгоритм удаления локальных состязательных атак эффективно восстанавливает интегральное качество обнаружения *mAP* с 46,8% до 81,0% при полном сохранении высокой базовой точности на неискажённых кадрах (*mAP* = 93,5%). Разработанное программно-алгоритмическое обеспечение создаёт надёжные предпосылки для повышения эффективности систем дистанционного зондирования Земли, оперативной обработки аэрофотоснимков и автоматического транспортного мониторинга без усложнения аппаратной части комплексов. Практическая ценность результатов диссертации подтверждена официальными актами их успешного внедрения в МТУСИ при выполнении НИР «Шеренга-2020», СЧ ОКР «5Р17К302-МТУСИ» и НИР «Лакмус-СПП».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

1. Результаты, выводы и разработанные автором программно-алгоритмические средства рекомендуется использовать в практической деятельности научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и промышленных предприятий, специализирующихся на создании интеллектуальных систем видового мониторинга, комплексов обработки и анализа изображений в условиях высокой неопределённости (например, в структурах АО «Российские космические системы», ФГУП «ГосНИИАС», а также в учебном процессе и научно-исследовательской работе профильных технических университетов: МТУСИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МФТИ, НИУ ВШЭ).

2. Предложенные методы повышения устойчивости нейросетевых моделей к естественным помехам и преднамеренным состязательным воздействиям рекомендуется внедрять непосредственно в контур предварительной обработки данных прикладных систем компьютерного зрения для повышения их общей эксплуатационной надёжности, помехозащищённости и точности локализации объектов на сложном фоне.

3. Считаем целесообразным продолжить дальнейшие научные исследования по теме диссертационной работы в направлении расширения спектра рассматриваемых естественных искажений (в частности, за счёт комплексного учёта нестационарных атмосферных помех, тумана, осадков и артефактов блочного *JPEG*-сжатия), а также изучить потенциал адаптации разработанных алгоритмов фильтрации и маскировки аномалий для обработки мультиспектральных и гиперспектральных потоков данных дистанционного зондирования Земли.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертационной работе количественные результаты экспериментальной оценки разработанных методов представлены преимущественно в виде отдельных значений прироста показателей качества обнаружения. Дополнительное представление доверительных интервалов либо характеристик разброса результатов при повторных испытаниях позволило бы более полно охарактеризовать воспроизводимость полученных экспериментальных эффектов.

2. Основная оценка качества разработанных методов проводится с использованием метрик *mAP* и полноты обнаружения объектов. Вместе с тем, для более комплексной характеристики эффективности предлагаемых решений представляло бы интерес дополнительное рассмотрение показателя доли ложных срабатываний, позволяющего оценить вероятность ошибочного отнесения фрагментов изображения к целевым объектам.

3. В качестве подтверждения достоверности полученных результатов указана проверка разработанных методов на общедоступных тестовых наборах изображений. При этом в диссертации ограниченно представлены сведения о переносимости полученных результатов между различными наборами данных, отличающимися условиями формирования изображений и характеристиками наблюдаемых объектов. Более подробное отражение данного аспекта позволило бы полнее охарактеризовать область применимости предложенных методов.

4. Устойчивость разработанного метода локализации и удаления состязательных патч-атак к изменению характеристик атак в диссертационной работе раскрыта ограничено. В частности, представляет интерес более подробное рас-

смотрение влияния размеров и пространственного положения состязательного патча на итоговое качество обнаружения объектов.

5. В перечисленных в конце автореферата семи статьях автора в шести работах, выполненных в соавторстве, т. е. 85,7%, не показан личный вклад соискателя, что затрудняет оценку его роли в написании совместных работ.

6. В перечне научных публикаций в автореферате не приведены выступления на трёх конференциях, хотя они, по мнению ВАК, приравниваются к основным научным публикациям.

Указанные замечания направлены на дальнейшее развитие научных исследований автора и не снижают общую научную и практическую ценность диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Ильиной Ольги Викторовны на тему «Повышение устойчивости и точности нейросетевого обнаружения искажённых объектов при видовом мониторинге» является законченным научно-квалификационным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Работа написана грамотным литературным языком, стиль изложения носит строго доказательный характер.

Диссертация содержит репрезентативный объём исходных данных, снабжена необходимыми пояснениями, иллюстрациями и расчётами.

Основные этапы работы, результаты и выводы в полной мере отражены в автореферате и публикациях.

Диссертация соответствует пункту 11 («Разработка информационных технологий, в т. ч. цифровых, а также с использованием нейронных сетей для распознавания сигналов, изображений и речи в интеллектуальных радиотехнических, робототехнических системах технического зрения») паспорта научной специальности 2.2.13 – Радиотехника, в т. ч. системы и устройства телевидения.

Задачи, поставленные и решённые соискателем, имеют существенное значение для развития систем дистанционного зондирования и прикладных интеллектуальных технологий.

По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости **диссертационная работа полностью соответствует требованиям** пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей на момент составления отзыва редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Ильина Ольга Викторовна, **заслуживает** присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в т. ч. системы и устройства телевидения.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании секции № 1 Научно-технического совета АО «НИИ ТП», протокол № 136.1 от 5.11.2026 г.

Начальник отделения – главный
конструктор направления
доктор технических наук Е.В. Алтухов

Начальник отдела перспективных
информационных технологий и
организации научных исследований
доктор технических наук, профессор П.Н. Наумов

«05» ноября 2026 года