

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.15,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

решение диссертационного совета от 13.09.2023 г. № 16

О присуждении Лаптеву Никите Витальевичу, гражданину Российской Федерации (РФ), ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «**Обнаружение объектов видеоряда на основе технологии машинного обучения (на примере лесных пожаров)**» по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» принята к защите 15 июня 2023 г., протокол заседания № 15 диссертационным советом ДС.ТПУ.15, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, приказ ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018 г.

Соискатель Лаптев Никита Витальевич, 1995 года рождения, в 2016 году окончил магистратуру Национального исследовательского Томского политехнического университета по специальности 15.04.01 «Машиностроение». Диплом об окончании аспирантуры Национального исследовательского Томского политехнического университета выдан в 2022 году. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 году (16 марта 2023 г). В настоящий момент работает инженером-программистом в отделении информационных технологий инженерной школы информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Диссертация выполнена в инженерной школе информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский

политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Гергет Ольга Михайловна, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», профессор отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники.

Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.15:

Шидловский Станислав Викторович, д.т.н., профессор, профессор научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Томского политехнического университета;

Глушков Дмитрий Олегович, д.т.н., профессор, директор Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов Томского политехнического университета.

Официальные оппоненты:

Ходашинский Илья Александрович, д.т.н., профессор, профессор кафедры компьютерных систем управления и проектирования ФГАОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (г. Томск);

Николайчук Ольга Анатольевна, д.т.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории «Информационно-коммуникационных технологий исследования техногенной безопасности» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова» Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск), дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается высокой квалификацией, их достижениями в предметной области, подтверждаемыми наличием публикаций в рецензируемых изданиях, отсутствием совместных с соискателем проектов и печатных работ.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, две из которых – в журналах, индексируемых в наукометрических базах Scopus и (или) Web of Science. В совместных работах автору принадлежат постановочная часть, участие в проведении исследований и интерпретация результатов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Laptev, N.V. Visualization System for Fire Detection in the Video Sequences // N.V. Laptev, V.V. Laptev, O.M. Gerget et al. // Scientific Visualization. – 2021. – Vol. 13. – No 2. – P. 1-9. (Scopus).
2. Лаптев, Н.В. Решение проблемы объединения прогнозов выделенных на изображении объектов дыма / Н.В. Лаптев, О.М. Гергет, А.А. Кравченко, В.В. Лаптев, Д.Ю. Колпащиков // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 4(28). – С. 136-143.
3. Лаптев, Н.В. Разработка библиотеки планирования и управления движениями коллаборативного робота Kuka iiwa / Н.В. Лаптев, А.А. Кравченко, О.М. Гергет // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 2(26). – С. 161-168.
4. Лаптев, Н.В. Автоматическое управление непрерывным роботом с использованием алгоритма FABRIK / В.В. Данилов, Д.Ю. Колпащиков, Н.В. Лаптев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 4(27). – С. 1-2.
5. Laptev, N.V. Use of semi-synthetic data for catheter segmentation improvement // V.V. Danilov, D.Y. Kolpashchikov, N.V. Laptev, O.M. Gerget et al. // Computerized Medical Imaging and Graphics. – 2023. – Vol. 106. – P. 102188. (Scopus).

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов: 1) **Карпенко Анатолий Павлович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, заведующий кафедрой РК6 (САПР); 2) **Кравец Алла Григорьевна**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования»; 3) **Массель Людмила Васильевна** доктор технических наук, профессор, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН» (ИСЭМ СО РАН), главный научный сотрудник, заведующий отделом «Системы искусственного интеллекта в энергетике»; 4) **Андрей Витальевич Мельников** доктор технических наук, профессор, директор автономного учреждения «Югорский научно-исследовательский институт Информационных технологий»; 5) **Солдатов Андрей Алексеевич**

кандидат технических наук, научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет».

Все отзывы положительные, критические замечания сводятся к следующему: 1) Позволяют ли разработанные методы, алгоритмы и программное обеспечение производить оценку состояния лесного массива в реальном времени? Какое время затрачивается от момента видеосъемки очага возгорания до сигнала оператору о пожаре? 2) Применимы ли данные методы и алгоритмы для разных типов лесов (например, для Дальнего Востока, Австралии, бассейна Амазонки)? 3) Какие минимальные требования должны быть к вычислительным средствам для внедрения разработанной технологии анализа видеопотока изображений? 4) Каков дальнейший сценарий верификации разработанной модели в условиях Сибири и Дальнего Востока, как регионов наиболее рискованных с точки зрения возникновения лесных пожаров? 5) В работе отсутствует расширенное описание данных видеозаписей, используемых для обучения и тестирования технологии; 6) Из автореферата не понятно, функционирует ли разработанная технология в полностью автоматическом режиме или же направлена на снижение временных затрат оператора; 7) Из описания данных системы не ясно, как система реагирует на дым от промышленных объектов, частного сектора, погодных явлений; 8) При описании технологии не приведены результаты оценки размеров минимального возможного объекта обнаружения; 9) Не указана степень личного участия соискателя в получении результатов диссертационной работы; 10) Отсутствуют сведения об экономической целесообразности от предлагаемого внедрения проведенных исследований; 11) Не ясно, применял ли Лаптев Н.В. свои разработки при обнаружении пожара в лесу; 12) Не рассмотрены особенности применения разработанных алгоритмов для обработки видеоматериалов, получаемых с борта БПЛА, что является наиболее актуальным и перспективным методом мониторинга пожарной обстановки в настоящее время.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана технология анализа изображений обнаружения объектов в видеопоследовательности, особенностью которой является применение принципов

локализации и классификации каждого объекта с учетом как статических, так и динамических признаков;

доказана перспективность использования предложенной технологии в различных прикладных областях: медицинская диагностика, контроль перемещений роботов, мониторинг местности и т.п.

предложены оригинальные алгоритмы для обнаружения объектов, позволяющие учитывать статические признаки динамически изменяющихся объектов: алгоритм выделения динамических признаков, алгоритм кластеризации прогнозов, алгоритм фильтрации обнаруженных объектов на основе гибридной архитектуры нейронной сети;

введен показатель, рассчитываемый на основе отношения площадей пересечения соседних объектов, используемый для формирования кластеров, локализуемых распознаваемые объекты.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о повышении точности алгоритма объединения предсказаний нейросети, обеспечивающей повышение точности локализации распознаваемых объектов на 6 %, вносящие вклад в расширение представлений о применимости методов машинного обучения;

применительно к проблематике диссертации результативно эффективно, использованы методы цифровой обработки изображений, технология компьютерного зрения, методы преобразования и анализа изображений, машинного обучения и прикладного программирования, а также численные и натурные эксперименты;

изложены доказательства эффективности технологии и алгоритмов обнаружения объектов на изображениях видеоряда;

раскрыты проблемы учета мешающих факторов при обнаружении объектов на изображениях видеоряда;

изучены взаимосвязи в процессах нейросетевой обработки информации при решении задачи классификации и локализации дымового облака;

проведена модернизация алгоритма объединения прогнозов, который позволяет решить проблему кластеризации для асимметричной матрицы расстояний.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены технология и алгоритмы обнаружения пожаров в ООО "НТП КИБЕРЦЕНТР" (г. Томск) – в программном обеспечении информационно-телекоммуникационной системы интеллектуального видеонаблюдения и аналитики лесопожарной обстановки (ИТС «ИВА»); в ООО "Спотпаркинг" (г. Томск) – в составе системы для обнаружения автомобилей на парковочном пространстве и в учебном процессе в отделении информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники ТПУ;

определены пределы и перспективы практического использования предложенной технологии обнаружения пожаров;

создана система практических рекомендаций для обнаружения возгораний на ранней стадии с передачей тревожных сигналов оператору.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных и проверяемых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта исследователей в области цифровой обработки изображений и машинного обучения, опубликованного в открытых отечественных и зарубежных источниках;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и количественное совпадение полученных результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в: анализе существующих методов и алгоритмов обработки изображений; анализе существующих методов обнаружения объектов на изображении; разработке новой технологии и алгоритмов обнаружения объектов на основе технологии машинного обучения; проведении

численных и натуральных экспериментов.

На заседании 13 сентября 2023 г. диссертационный совет ДС.ТПУ.15 принял решение присудить Лаптеву Никите Витальевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 6 человек, из них 6 докторов технических наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета и 3 человек, дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за 6, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председателя
диссертационного совета
ДС.ТПУ.15



Муравьев Сергей Васильевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
ДС.ТПУ.15



Пак Александр Яковлевич

Дата оформления заключения 14.09.2023 г.

