

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.002.01
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ» (подведомственного Министерству цифрового
развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 01.10.2026 г. N 166 о
присуждении гражданину *Безумнову Данилу Николаевичу* ученой степени
кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка метода и алгоритмов комплексной обработки
разнодиапазонной информации в системах технического зрения наземных
робототехнических комплексов» по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в
том числе системы и устройства телевидения принята к защите «10» июня
2026 г., протокол № 163 диссертационным советом 55.2.002.01 на базе
Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики» (далее
МТУСИ), Министерство цифрового развития, связи и массовых
коммуникаций Российской Федерации, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная,
8а, Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №
244/нк от 03 марта 2016 г., изменения в составе утверждены Приказами
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 37/нк
от 30.01.2019, № 599/нк от 15.10.2020, № 804/нк от 16.12.2020 г., № 331/нк
от 12.04.2021г., № 679/нк от 24.06.2022г., № 1215/нк от 12.10.2022г., №

29/нк от 20.01.2025 г., № 433/нк от 26.05.2025 г., № 910/нк от 25.09.2025, № 36/нк от 26.01.2026, № 315/нк от 20.04.2026, № 607/нк от 15.07.2026.

Соискатель Безумнов Данил Николаевич «11» июня 1993 года рождения, в 2021 году окончил аспирантуру МТУСИ по направлению 11.06.01 – Электроника, радиотехника и системы связи. Кандидатские экзамены сданы в 2025 году (имеется справка о сдаче экзаменов). Работает старшим преподавателем кафедры «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации» МТУСИ.

Диссертация выполнена на кафедре «Радиотехнические системы» МТУСИ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Чиров Денис Сергеевич, заведующий кафедрой «Радиотехнические системы» МТУСИ.

Официальные оппоненты:

1. Хрящев Владимир Вячеславович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры цифровых технологий и машинного обучения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (ЯрГУ);

2. Диязитдинов Ринат Радмирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Сети и системы связи» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ПГУТИ)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Закрытое акционерное общество «МНИТИ» (Московский научно-исследовательский телевизионный институт) (далее МНИТИ), г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Сагдуллаевым Юрием Сагдуллаевичем, доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником, указала, что результаты и

выводы по диссертационной работе могут быть рекомендованы к использованию в МНИТИ и в других профильных организациях и предприятиях, связанных с созданием систем технического зрения.

Соискатель имеет 59 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 7 работ и 1 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, из них 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК, 2 работы, индексируемых в международной базе SCOPUS и 2 публикации в других индексируемых научных журналах и изданиях.

Основные публикации:

1. Безумнов, Д. Н. Алгоритм классификации объектов на основе комплексной обработки данных системы технического зрения наземного робототехнического комплекса / Д. Н. Безумнов, Д. С. Чиров, М. В. Базылев // Электросвязь. – 2025. – № 2. – С. 40-45 (личный вклад – 83 %).

2. Безумнов, Д.Н. Метод распознавания объектов на основе комплексной обработки данных системы технического зрения наземного беспилотного транспортного средства / Д.Н. Безумнов, Д.С. Чиров // Цифровая обработка сигналов. – 2025. – № 2. – С. 36-39 (личный вклад – 87,5 %).

3. Bezumnov, D.N. Obstacle density estimation according from the radar channel measurements to the technical vision system of ground-based robotic complex / D.N. Bezumnov, D.S. Chirov // T-Comm. – 2026. – Vol. 20. – No. 2. – P. 55-64 (личный вклад – 90 %).

4. Bezumnov, D.N. On Improving the Efficiency of the Technical Vision System of the Robotics Complex / D.N. Bezumnov, D.S. Chirov // 2025 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – Moscow, Russian Federation, 2025. – P. 1-4 (личный вклад – 87,5 %).

5. Bezumnov, D. Radar and Camera Fusion for Improving the Efficiency of the Technical Vision System of the Ground-Based Unmanned Vehicle / D. Bezumnov, D. Chirov // 2025 International Russian Automation Conference

(RusAutoCon). – Sochi, Russian Federation, 2025. – P. 720-724 (личный вклад – 90 %).

6. Безумнов, Д. Н. Метод комплексирования информации в системах технического зрения наземных робототехнических комплексов / Д. Н. Безумнов, Д. С. Чиров, О. В. Кореньков // Вопросы контроля хозяйственной деятельности и финансового аудита, национальной безопасности, системного анализа и управления : Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 07 ноября 2024 года. – М.: ФГБНУ "Экспертно-аналитический центр", 2024. – С. 460-467 (личный вклад – 75 %).

7. Безумнов, Д.Н. Повышение эффективности распознавания объектов системой технического зрения наземного робототехнического комплекса за счет комплексной обработки оптических и радиолокационных измерений / Д.Н. Безумнов, Д.С. Чиров // Цифровая обработка сигналов и её применение DSPA - 2025 : Доклады XXVII Международной конференции, Москва, 26-28 марта 2025 года. – М.: Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, 2025. – С. 141-144 (личный вклад – 87,5 %).

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610823 Российская Федерация. Программа для распознавания объектов в системе технического зрения наземного робототехнического комплекса на основе комплексирования разнодиапазонной информации / Д.Н. Безумнов, Д.С. Чиров; правообладатель ОТКЗ ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики». № 2026610247; заявл. 15.01.2026; зарегистрир. 15.01.2026 (личный вклад – 50 %).

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступило 10 положительных отзывов от официальных оппонентов Хрящева Владимира Вячеславовича и Диязитдинова Рината Радмировича, ведущей организации ЗАО «МНИТИ»

(Московский научно-исследовательский телевизионный институт), ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет» (ЧелГУ), АО «Научно-производственное объединение дальней радиолокации имени академика А.Л. Минца» (АО НПОДАР), АО «Особое конструкторское бюро Московского энергетического института» (ОКБ МЭИ), ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА), ФГАОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет» (РГГУ), ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА), ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ).

Были отмечены следующие недостатки:

1. В цели диссертационной работы (стр. 5) пропущено ключевое слово наземных робототехнических комплексов (РТК), которое затем повсеместно используется в тексте диссертации в виде наземных РТК. Следует отметить, что научная новизна диссертации обеспечивается за счет комплексной обработки оптических и радиолокационных изображений (первично), а не разнодиапазонных измерений (вторично), как указано в формулировке цели исследований. В этой связи представленная формулировка цели диссертационной работы не полно отражает и раскрывает содержание проведенных разработок и исследований.

2. В таблице 1.3 диссертации (стр. 45) приведен диапазон излучений для спектрального участка SWIR, где должно быть 1,2-1,5 мкм (указано 5,0-8,0 мкм) и для LWIR должно быть 8-14 мкм (указано 1,4-3,0 мкм). В таком представлении получается, что длина волны для SWIR диапазона по сравнению с LWIR диапазоном выше.

3. Следует заметить, что под ВИ областью спектра обычно понимается спектральный участок, в котором видит глаз человека, а именно с длиной волны от 380 нм до 760 нм, а не 380-780 нм, как указал соискатель.

4. В работе отсутствует сводная интегральная сопоставительная таблица с данными качественного и количественного характера оценок,

отражающая полученные автором результаты и характеристики по сравнению с известными (что было ранее и что получено сейчас).

5. В заключении диссертации (стр. 109, п. 13) приведена общая оценка эффективности использования оптического и радиолокационного канала относительно друг друга. Данные по оценке эффективности совместного использования оптического и радиолокационного каналов для решения задач обнаружения и распознавания тех или иных объектов не имеются.

6. В приведенной литературе [80] (стр.120) отсутствуют выходные данные источника (не проставлены страницы).

7. Недостаточная репрезентативность и объем обучающей выборки для современных нейросетевых экспериментов. В разделе 4.1 диссертации указано, что база для обучения сверточной нейронной сети содержит всего 500 оптических и 500 радиолокационных изображений для пяти классов (по 100 изображений на класс). Это крайне малый объем для обучения алгоритмов глубокого машинного обучения. В работе отсутствует описание процедуры формирования радиолокационных изображений (синтезированы ли они, взяты из открытых датасетов или получены экспериментально). Без указания источников и методов аугментации нельзя уверенно говорить о статистической значимости полученных результатов (43% и 38% прироста вероятности правильного распознавания).

8. Отсутствие обоснования выбора уровня комплексирования. В разделе 3.1 диссертации автор выбирает позднее объединение на уровне решений по схеме Шортлиффа, однако не приводит количественного или качественного сравнения с альтернативными подходами (раннее и среднее объединение). В тексте лишь перечисляются достоинства и недостатки разных уровней (таблица 3.1), но нет аргументов, почему для данной задачи предпочтительнее именно позднее объединение, особенно с учётом того, что в современных работах (как признает сам автор) доминирует среднее объединение (стр. 67). Это снижает обоснованность выбранной архитектуры.

9. Необходимость учета корреляции. Формула (3.1) для объединения вероятностей предполагает независимость свидетельств от разных каналов. Однако оптические и радиолокационные измерения в одной сцене заведомо коррелированы (например, оба зависят от геометрии объекта, расстояния, ракурса). Автор не проводит анализ коэффициента корреляции между выходными решениями каналов и не использует модификации формулы. Это может приводить к завышению итоговой вероятности правильного распознавания.

10. Отсутствие анализа вычислительной сложности и временных затрат. Предложенные алгоритмы включают обучение и инференс сверточных нейронных сетей (раздел 3.1), кластеризацию с помощью самоорганизующихся карт Кохонена (раздел 4.3) и расчет матриц корреляции в реальном масштабе времени (раздел 3.3). Однако в работе нет оценок времени выполнения алгоритмов на бортовом вычислителе, требований к объему памяти или энергопотреблению, что является критично для наземных РТК, работающих в реальном времени.

11. Низкое разрешение входных данных. В 4 главе диссертационной работы постулируется, что «информация об объекте, получаемая РТК через оптический канал, представляет собой RGB-изображение размером 32x32 пиксела. Информация об объекте, получаемая РТК через радиолокационный канал, представляет собой двоичное изображение размером 16x16 пикселей». Как это соотносится с тем, что для работы современных нейросетевых детекторов объектов рекомендуется разрешение объекта в 40x40 пикселей?

12. Избыточное число выводов в Заключение. Представляется, что 15 выводов в Заключение диссертации и автореферата избыточно для формата кандидатской диссертации.

13. Избыточные текстовые и смысловые повторы. В тексте диссертации неоднократно встречаются дословные и смысловые повторы текста, формул и выводов (например, между разделами 3.1. и 3.2, 3.2 и 4.2), что

свидетельствует о недостаточной редакторской проработке рукописи и снижает общую культуру изложения.

14. Актуальность исследования сформулирована расплывчато: «применение систем технического зрения наземных робототехнических комплексов в реальных условиях эксплуатации ... предъявляется требования к повышению надежности и функциональности». Актуальность представленной работы заключается в том, что системы технического зрения, установленные на наземные робототехнические комплексы, в условиях плохой видимости (задымлении, пыли, тумане, солнечной засветки и т.д.) характеризуются недостаточной вероятностью обнаружения препятствий, необходимой для навигации комплекса, что может вести к возникновению аварийных ситуаций (в том числе с рисками для жизни людей). Данная проблема решается диссертантом в представленной научной работе.

15. На с. 48 в выводах значится, что одной из перспективных технологий является использование «сигналов подсвета» и в качестве примера приводится стандарт LTE, хотя в обзорной главе об этой технологии и о стандарте ничего не сказано. Единственное упоминание о содержится на с. 12 «активные РЛС см/мм-диапазонов, пассивные РЛС по внешним подсветам».

16. Вместо формулы (2.1) для расчета угла полярной системы координат предпочтительно использовать функцию $\text{atan2}(y,x)$ вместо функции арктангенса. Функция $\text{atan2}(y,x)$ имеет область значений $(-\pi; \pi)$ и определена при $x=0$ и $y \neq 0$ в отличие от функции арктангенса. Также согласно российским традициям функция арктангенса записывается как arctg , а не arctan .

17. На с. 51 вместе с предложением «По сравнению с дифференциальным ортофото, очертания объектов на радиальном ортофото не подвергаются геометрической деформации.» было бы уместно привести изображения ортофото, дифференциального и радиального ортофото, которые бы наглядно показали бы описываемые преимущества.

18. В работе не представлены обобщенные схемы разработанных алгоритмов, поэтому понимание их работы затруднено. В особенности это касается приведение количественных характеристик.

Например, «применения нейронных сетей глубинного обучения повышение вероятности правильного распознавания типовых объектов на 43% по сравнению с использованием только оптического канала и на 38% по сравнению с использованием только радиолокационного канала», и «алгоритм распознавания объектов с учетом оценки плотности препятствий по измерениям радиолокационного канала СТЗ наземного РТК, обеспечивающий повышение вероятности правильного принятия решений о типе объекта на ~ 16% по сравнению с использованием комплексированной оценки по измерениям оптического и радиолокационного каналов».

Также было бы предпочтительней приводить не только относительные показатели, но и абсолютные. Например, если «ранее разработанный алгоритм» обеспечивал вероятность обнаружения 20%, то повышение на 43% обеспечивает 63%, то это будет означать, что оба алгоритма непригодны для практического использования.

19. В заключении должны содержаться выводы по заявленным задачам, также могут быть представлены рекомендации и выявленные закономерности. Заключение не должно формироваться путем копирования выводов из глав диссертации. Также выводы в заключении не должны начинаться со слов «таким образом» (см. вывод №5), так как это означает, что он логически связан с ранее изложенной информацией. А связь с выводом №4 отсутствует.

20. В табл. 4.3 при указании точности не приведен доверительный интервал.

21. На с. 20 на рис. 1.2 используется цветовая градация «от зеленого к красному», но при этом не приведена шкала с указанием соответствия между цветовой градацией и числовым диапазоном.

22. В работе вводятся авторские термины и понятия, которые никак не расшифровываются. Например, на с. 5 в цели работы используется термин «фоно-целевая обстановка», на с. 6 используется термин «бортовой алгоритм» и т.д.

23. В работе имеются отдельные редакционные неточности:

- на с. 4 фраза «подавляющее большинство работ сосредоточено...» означает, что существует работы с альтернативными способами обработки, о которых ничего не сказано;

- использование русскоязычного термина «лидар» на с. 12, 17, 18 и 19 для обозначения технологии LiDAR (сокр. от англ. «Light Detection and Ranging»);

- использование терминов субъективной, а не объективной оценки: на с. 32 «почти идеальная точность классификации», на с. 82 «хорошо себя зарекомендовавшая схема Шортлиффа» и т.д.

24. Недостаточно подробное описание процедуры статистической проверки полученных экспериментальных результатов.

25. Недостаточно подробное раскрытие вопроса применимости предложенных алгоритмов к другим диапазонам радиолокационного зондирования.

26. Отсутствие дополнительных сведений о требованиях к вычислительным ресурсам при обработке данных в реальном времени.

27. Недостаточно подробно представлены характеристики исходных наборов данных, использованных для обучения нейронных сетей;

28. Недостаточно подробно раскрыт вопрос устойчивости разработанных алгоритмов к изменению типов объектов, не входивших в обучающую выборку;

29. Недостаточно полно освещены вопросы аппаратной реализации предложенных решений в составе реального наземного РТК.

30. Не полностью раскрыта методика выбора порогов принятия решений при использовании схемы Шортлиффа.

31. Описание процедуры настройки параметров сверточной нейронной сети следует сделать более детализированным.

32. Отсутствуют достаточные сведения о влиянии метеоусловий на качество радиолокационного распознавания.

33. В нём недостаточно подробно обсуждается влияние ошибок синхронизации и пространственной привязки данных оптического и радиолокационного каналов.

34. Не приведено развёрнутое описание выбора архитектуры сверточной нейронной сети.

35. Некоторые графические материалы в автореферате следует

36. Недостаточно подробно раскрыта процедура выбора параметров кластеризации при обработке радиолокационных измерений.

37. Слабо представлено сравнение результатов с зарубежными аналогами в области комплексирования данных для наземных РТК.

38. Недостаточно освещено влияние качества предварительной обработки изображений на итоговую вероятность распознавания.

39. В автореферате не вполне подробно рассмотрены вопросы формирования обучающих и тестовых выборок для различных типов объектов.

40. Не приведена детальная оценка влияния ошибок отдельных каналов на итоговое решение при комплексировании.

41. Описание практических ограничений использования LTE-подсвета в различных условиях городской и загородной среды следовало бы расширить.

42. В автореферате сравнительно кратко раскрыты вопросы вычислительной сложности предложенных алгоритмов при их реализации на бортовых вычислителях РТК.

43. Отдельные экспериментальные результаты могли бы быть дополнены более развёрнутым сравнением с альтернативными современными методами комплексирования данных.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и представители ведущей организации имеют значительное количество публикаций, близких к теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработан метод распознавания объектов СТЗ наземного РТК, обеспечивающий за счет комплексной обработки оптических и радиолокационных изображений и применения нейронных сетей глубинного обучения повышение вероятности правильного распознавания типовых объектов на 43% по сравнению с использованием только оптического канала и на 38% по сравнению с использованием только радиолокационного канала.

- Разработан алгоритм распознавания объектов с учетом оценки плотности препятствий по измерениям радиолокационного канала СТЗ наземного РТК, обеспечивающий повышение вероятности правильного принятия решений о типе объекта на ~16% по сравнению с использованием комплексированной оценки по измерениям оптического и радиолокационного каналов.

- Разработан бортовой алгоритм обнаружения и измерения координат движущихся объектов СТЗ наземного РТК по сигналам подсвета стандарта LTE, обеспечивающий повышение точности измерения координат объекта на 3-5 % за счет применения методов кластерного анализа.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке нового метода распознавания объектов СТЗ наземного РТК, обеспечивающего повышение вероятности правильного распознавания типовых объектов. Повышение вероятности распознавания объектов достигается за счет комплексной обработки оптических и радиолокационных изображений на уровне принятия решений по схеме Шортлиффа, а также применения нейронных сетей глубинного обучения в качестве распознающего автомата.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные методы и алгоритмы можно применить в качестве программно-алгоритмического обеспечения СТЗ наземных РТК, что позволит повысить эффективность их применения в сложной фоно-целевой обстановке и степень доверия к технологиям искусственного интеллекта в общем. Результаты диссертационной работы реализованы в СЧ НИР «Эврика-2023-ЭАЦ» и в учебном процессе МТУСИ в дисциплинах «Системы искусственного интеллекта», «Интеллектуальные методы обработки и анализа данных в инфокоммуникационных системах», «Интеллектуальные методы и средства радиомониторинга и радиоконтроля».

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается корректностью применения математических методов и соответствием результатов, полученных путем аналитических расчетов и численного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все выносимые на защиту научные результаты получены соискателем лично. Из работ, опубликованных в соавторстве, в диссертацию включена только та их часть, которая получена лично соискателем.

Диссертация Безумнова Данила Николаевича является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи – разработку метода и алгоритмов распознавания объектов СТЗ наземных РТК, позволяющих повысить вероятность распознавания типовых объектов в сложной фоно-целевой обстановке.

По новизне, уровню научной проработки и практической значимости полученных результатов работа отвечает требованиям п.п. 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, а ее автор Безумнов Данил Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

На заседании «01» октября 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Безумнову Данилу Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 17, против - 1.

Председатель
диссертационного совета



А.С. Аджемов

Ученый секретарь
диссертационного совета

В.М. Сахарчук

Заключение совета составлено «01» октября 2026 г.