

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.375.01

на базе федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Рязанский государственный
радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 25.09.2025 № 9

О присуждении Еремееву Виктору Андреевичу, гражданину РФ, ученой
степени кандидата технических наук.

Диссертация «Алгоритмы аналитико-нейросетевой идентификации объектов по данным космической гиперспектральной съемки Земли» по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» принята к защите 26.06.2025 г., протокол № 8, диссертационным советом 24.2.375.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» (РГРТУ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, утвержден приказом № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Еремеев Виктор Андреевич, 1997 года рождения, в 2021 г. окончил РГРТУ по специальности «Программная инженерия» с присвоением квалификации магистр, работает младшим научным сотрудником в НИИ «Фотон» РГРТУ Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена в НИИ «Фотон» – структурном подразделении РГРТУ Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, Макаренков Александр Алексеевич, ведущий научный сотрудник НИИ «Фотон» РГРТУ.

Официальные оппоненты:

- Кузнецов Павел Константинович, доктор технических наук, профессор электротехнического факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,

- Ташлинский Александр Григорьевич, доктор технических наук, профессор, директор НИЦ «Сигнал» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (г. Москва) **в своем положительном отзыве**, который подписал старший научный сотрудник, кандидат технических наук Бурцев Михаил Александрович и утвердил директор, член-корреспондент Российской академии наук Петрукович Анатолий Алексеевич, **указала, что** диссертация представляет значимый вклад в развитие современных методов обработки и практического использования гиперспектральной информации; обладает высокой актуальностью, новизной и практической значимостью; диссертация полностью соответствует требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Соискатель имеет 29 опубликованных работ по теме диссертации, среди которых 9 статей (6 в изданиях, рекомендованных ВАК), 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, 16 тезисов докладов на всероссийских и международных конференциях.

Наиболее значимые работы:

1. Еремеев В.А., Макаренков А.А. Использование сверточных нейронных сетей для идентификации структурно-однородных областей на космических снимках Земли. Цифровая обработка сигналов. 2022. № 3. С. 45-48. *(Еремеевым В.А. предложен алгоритм идентификации однородных областей на космических снимках Земли, основанный на привлечении дополнительных структурных*

и яркостных признаков изображений для обучения нейронной сети).

2. Еремеев В.А., Еремеев В.В., Макаренков А.А. Выделение границ объектов на гиперспектральных спутниковых снимках земной поверхности. Цифровая обработка сигналов. 2022. № 3. С. 49-52. (Еремеевым В.А. предложен алгоритм выделения границ объектов на космических гиперспектральных снимках Земли).

3. Еремеев В.А., Макаренков А.А. Нейросетевая идентификация объектов Земли на основе данных от систем гиперспектральной съемки и знаний об их видеоинформационном тракте. Цифровая обработка сигналов. 2024. № 1. С. 49-54. (Еремеевым В.А. предложены алгоритмы аналитико-нейросетевой идентификации объектов земной поверхности по данным космической гиперспектральной съемки, нацеленные на повышение точности идентификации и сокращения времени обучения нейронной сети).

4. Еремеев В.А., Егоскин Н.А., Макаренков А.А. Модель видеоинформационного тракта систем гиперспектральной съемки Земли и ее приложения. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина. 2024. № 87. С. 103-110. (Еремеевым В.А. предложена кусочно-линейная модель сквозного информационного видеотракта систем космической гиперспектральной съемки Земли).

5. Еремеев В.А. Аналитико-нейросетевой подход к идентификации объектов Земли по данным гиперспектральной съемки. Цифровая обработка сигналов. 2024. № 3. С. 25-30.

6. Еремеев В.А. Комплексирование данных космической гиперспектральной съемки Земли с системами моделирования процесса передачи солнечного излучения на спутник. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина. 2024. № 90. С. 115-120.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы

1. Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета» (г. Москва). Отзыв подписал научный руководитель, д.ф.-м.н.,

проф., заслуженный деятель науки РФ, академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского Асмус В.В.

2. Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет). Отзыв подписал заведующий кафедрой «Системный анализ и управление», д.т.н. Старков А.В.

3. Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева. Отзыв подписал заведующий кафедрой геоинформатики и информационной безопасности, д.т.н., проф. Сергеев В.В.

4. Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург). Отзыв подписали: старший преподаватель кафедры оптико-электронных средств контроля, к.т.н. Октябрьский В.В.; начальник кафедры оптико-электронных средств контроля, к.т.н. Дудин Е.А.

5. Московский научно-исследовательский институт «Агат». Отзыв подписали: с.н.с., д.т.н., академик Академии военных наук Козарь В.Б; ученый секретарь НТС, к.т.н. Потапов М.В.

В отзывах указаны следующие **замечания**: недостаточно конкретизированы первоочередные задачи аналитико-нейросетевой идентификации объектов в автореферате; не рассмотрены аналогичные задачи для аэроплатформ; в автореферате отсутствуют численные оценки качества выделения границ при сопоставлении предложенного алгоритма с оператором Собела; в диссертации не рассмотрены альтернативные методу главных компонент подходы к снижению размерности гиперспектральных данных; не рассмотрен вопрос полиномиального представления коэффициентов спектральной передачи звеньев видеотракта; не достаточно подробно раскрыты критерии выбора архитектуры нейронной сети, а также параметры ее обучения; при описании и обосновании кусочно-линейной модели видеотракта не рассмотрены ее альтернативы; заключение о достаточности пяти главных компонент для нейросетевой идентификации объектов носит интуитивный характер, а не строгое обоснование; вопросы использования индексных изображений рассмотрены фрагментарно, без системного

анализа их влияния на эффективность решения задачи; отсутствует анализ влияния структурного и квантового шума.

Все отзывы на автореферат положительные и содержат вывод о том, что диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в данной области науки, наличием публикаций по тематике диссертации, что позволяет им определить теоретическую и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана аналитико-нейросетевая модель идентификации объектов по данным от систем космической гиперспектральной съемки Земли, основанная на использовании данных о спектральных передаточных характеристиках видеотракта таких систем и нейросетевых технологий, позволяющая на 20-30 % повысить точность идентификации объектов (для выбранного класса объектов и решаемых задач);

предложен(а): кусочно-линейная модель видеотракта, позволяющая в общем случае некорректно поставленную задачу оценки коэффициентов спектрального отражения наблюдаемых объектов перевести в разряд корректно решаемых; алгоритм комплексирования гиперспектральной информации от различных источников, позволяющий сделать обоснованный выбор единой шкалы измерений; алгоритм идентификации границ объектов, основанный на структурно-частотном анализе, и позволяющий на 30% повысить точность выделения границ по сравнению с известными алгоритмами контурной обработки; алгоритм радиометрической калибровки гиперспектрометра, основанный на априорных знаниях о коэффициентах спектральной передачи звеньев ви-

деотракта и позволяющий снизить СКО измерений гиперспектрометра с 8 до 3 %;

доказана эффективность алгоритмов, указанных в Положениях, при решении задачи идентификации объектов наблюдаемой сцены по материалам космической гиперспектральной съемки Земли;

введено определение аналитико-нейросетевой идентификации объектов, основанное на совокупном использовании знаний по видеотракту систем гиперспектральной съемки Земли, алгоритмов структурно-частотного анализа и нейросетевых технологий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано повышение достоверности идентификации объектов наблюдаемой сцены с применением предложенных алгоритмов обработки гиперспектральной информации от космических систем дистанционного зондирования Земли;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы системного анализа, цифровой обработки изображений, математической статистики, нейросетевого анализа;

изложены принципы аналитико-нейросетевой идентификации объектов как совокупности методов системного анализа, цифровой обработки изображений, математической статистики и нейросетевого моделирования, новые алгоритмы обработки гиперспектральных данных, обеспечивающие повышение точности идентификации объектов наблюдаемой сцены;

раскрыты методологические принципы построения алгоритмов, сочетающих структурно-частотный анализ и нейросетевые методы, что позволило учесть особенности спектрально-пространственной структуры гиперспектральной информации и уменьшить влияние искажающих факторов;

изучены закономерности спектральных передаточных характеристик звеньев видеотракта гиперспектрометра, установлена связь между характери-

стиками исходного солнечного излучения на верхней границе атмосферы и выходными данными гиперспектрометра при различных условиях наблюдения;

проведена модернизация алгоритмов обработки гиперспектральных данных для решения задачи идентификации объектов наблюдаемой сцены, что обеспечило повышение точности и устойчивости результатов.

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

разработанные алгоритмы **внедрены** в Ракетно-космическом центре «Прогресс» (г. Самара) и в Корпорации «Российские космические системы» (г. Москва);

определены показатели и численные оценки эффективности разработанных алгоритмов;

создана модель аналитико-нейросетевой обработки гиперспектральной информации;

представлены результаты экспериментальных исследований предложенных алгоритмов с привлечением натурной, модельной и опорной гиперспектральной информации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применены статистически представительные натурные данные, обоснованы численные критерии эффективности предложенных алгоритмов обработки гиперспектральной информации;

теория построена на методах системного анализа, цифровой обработки изображений, математической статистики, нейросетевого анализа и согласуется с результатами экспериментальных исследований;

идея базируется на системном анализе сквозного видеоинформационного тракта систем космической гиперспектральной съемки, применении структурно-частотных и нейросетевых методов;

использованы известные алгоритмы решения задач идентификации объектов для сравнения с предложенными автором алгоритмами;

установлено, что результаты, полученные автором, не противоречат известным решениям аналогичных задач, а предлагаемые алгоритмы превосходят их по эффективности;

использованы численные оценки эффективности предложенных алгоритмов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке новых эффективных алгоритмов аналитико-нейросетевой идентификации объектов по данным космической гиперспектральной съемки Земли, их программной реализации, проведении экспериментальных исследований на натурных данных с получением численных оценок эффективности, обосновании преимущества предложенных решений по сравнению с известными аналогами, интеграции разработанных алгоритмов в технологическую линию наземной обработки гиперспектральной информации от космической системы «Ресурс-П».

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что согласно п. 9 Положения о присуждении ученых степеней диссертация Еремеева В.А. представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, содержащую решение научной задачи идентификации объектов наблюдаемой сцены по данным космической гиперспектральной съемки Земли и имеющую значение для развития технологий наземной обработки гиперспектральных данных.

В ходе защиты диссертации соискателю были сделаны следующие **критические замечания**: цель работы сформулирована не совсем корректно – она связана не с разработкой новых алгоритмов, а с повышением точности идентификации объектов за счёт комплексного использования аналитических и нейросетевых подходов; недостаточно обоснован выбор известных детекторов контуров при оценке алгоритма идентификации границ объектов; излишне акцентировано внимание на известной связи среднеквадратической и корреляционной мер, при этом представляло бы интерес рассмотреть взаимную информацию (например, Реньи); в отдельных выражениях термин «корреляция» использован вместо «ковариация»; не достаточно четко обозначены глобальные цели и результаты исследования; в работе встречаются формулировки, искажающие

восприятие результатов; целесообразно более детально и структурированно представить отдельные алгоритмы; не рассмотрены особенности обработки гиперспектральных снимков при наличии облачного покрова Земли. На сделанные замечания соискатель дал аргументированные ответы.

На заседании 25.09.2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Еремееву В.А. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи, имеющей значение для развития технологий наземной обработки информации от космических систем гиперспектральной съемки земной поверхности.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.3.1, участвовавших заседаниях, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета,
д-р техн. наук, профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д-р техн. наук, профессор



С.И. Гусев

А.В. Пруцков

25.09.2025 г.