

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

д.т.н., доцента Куприянова Александра Викторовича

по диссертации Мухина Артема Владимировича

«Интеллектуальная система для хранения, визуализации и обработки гиперспектральных данных» по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей на соискание ученой степени кандидата технических наук

Мухин Артем Владимирович, 1999 года рождения, в 2021 году освоил программу бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». В 2023 году окончил с отличием очную магистратуру по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». В 2026 году соискатель Мухин А.В. освоил программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки). Выдан диплом об окончании аспирантуры №106304 0000369 от 10 июля 2026 года.

Диссертационная работа Мухина Артема Владимировича посвящена решению **актуальной** научно-технической задачи разработки интеллектуальной системы для хранения, визуализации и автоматизированной обработки гиперспектральных данных. Гиперспектральные изображения являются одним из наиболее информативных источников данных при исследовании объектов и процессов и находят широкое применение в дистанционном зондировании Земли, сельском и лесном хозяйстве, экологии, медицине, геологии, промышленном контроле качества и других областях. Вместе с тем их эффективное использование существенно осложняется большим объемом данных, сложностью пространственно-спектральной структуры, влиянием внешних условий съемки и недостатком открытых размеченных наборов данных, необходимых для разработки и оценки методов машинного обучения.

Актуальность выполненного исследования также определяется существующими ограничениями программных средств анализа гиперспектральных изображений. Значительная часть таких средств ориентирована на отдельные прикладные сценарии, требует локальной установки, имеет лицензионные или вычислительные ограничения и не обеспечивает комплексного решения задач хранения, интерактивной визуализации и обработки данных. Недостаточный уровень автоматизации вынуждает пользователя самостоятельно выбирать алгоритмы и их параметры, осуществлять подготовку исходных данных и интерпретировать промежуточные результаты. Кроме того, быстрое развитие методов классификации, сегментации, кластеризации и машинного обучения требует возможности оперативного подключения новых алгоритмов без существенной переработки программной системы.

В этой связи разработка единой интеллектуальной программной среды, обеспечивающей централизованную работу с гиперспектральными данными, их визуализацию, автоматизированную обработку, формирование информативных спектральных признаков, предварительную разметку и интеграцию пользовательских алгоритмов и моделей машинного обучения, представляет собой актуальную задачу в области математического и программного обеспечения вычислительных систем. Цель диссертационной работы Мухина А.В. непосредственно направлена на решение данной задачи.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

1. Разработана архитектура интеллектуальной системы обработки гиперспектральных данных, отличающаяся выделением независимых компонентов управления исходными гиперспектральными данными, результатами анализа и визуализации, постановки вычислительных задач и выполнения алгоритмов. Предложенная организация системы обеспечивает независимое горизонтальное масштабирование ее компонентов и функциональное расширение за счет интеграции пользовательских алгоритмов и моделей машинного обучения.
2. Разработана интеллектуальная система для хранения, визуализации и обработки гиперспектральных изображений, объединяющая в единой программной среде функции централизованного управления данными, интерактивной визуализации, автоматизированной обработки, интеграции пользовательских алгоритмов и моделей машинного обучения, а также выполнения вычислительных задач с использованием распределенных вычислительных ресурсов.
3. Впервые разработан алгоритм формирования информативного спектрального индекса, обеспечивающий автоматический выбор пары спектральных полос для выделения целевых объектов, определяемых условиями пользовательской задачи. Предложенный подход позволяет получать интерпретируемый спектральный признак без необходимости ручного выбора спектральных каналов и тем самым расширяет возможности применения метода для различных наборов гиперспектральных данных и прикладных задач.
4. Разработан метод автоматической разметки гиперспектральных изображений, основанный на совместном применении нейросетевой сегментации и информативных спектральных индексов для уточнения предварительных меток. Метод позволяет сократить объем ручного формирования эталонной разметки и упростить подготовку обучающих выборок для последующего использования нейросетевых алгоритмов.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Разработанная интеллектуальная система может применяться для централизованного хранения, визуализации и автоматизации обработки гиперспектральных изображений, а также для выполнения алгоритмов формирования информативных спектральных признаков и выделения целевых областей, определяемых условиями конкретной прикладной задачи.
2. Предложенные алгоритмические и программные решения позволяют снизить трудоемкость анализа гиперспектральных данных, уменьшить зависимость результатов от ручного выбора спектральных каналов и параметров обработки, а также обеспечить функциональное расширение программного комплекса посредством подключения пользовательских алгоритмов и моделей машинного обучения.

Полученные в ходе выполнения диссертации результаты использовались при выполнении ряда научно-исследовательских работ, в том числе государственного задания Минобрнауки России № 0777-2020-0017, посвященного разработке теоретических основ, методического и программного обеспечения интеллектуальной обработки и тематической классификации гиперспектральных данных; государственного задания № FSSS-2021-0016 по тематике высокоточных спектральных фильтров и интегрированных спектрометров; государственного задания № FSSS-2023-0006 по созданию основ и программного обеспечения систем интеллектуального анализа оптических изображений и видеопотоков. Результаты также применялись при выполнении проекта Передовой инженерной аэрокосмической школы по созданию технологии интеллектуального анализа данных дистанционного зондирования Земли и лабораторного макета полнокадрового гиперспектрального комплекса, а также проекта РФФИ № 20-51-05008.

Мухин А.В. в ходе выполнения диссертационного исследования проявил высокий уровень самостоятельности при решении поставленных научных и инженерных задач. Автором самостоятельно выполнены основные этапы исследования, включая формулирование и уточнение исследовательских задач, разработку математических и программных средств хранения, визуализации и обработки гиперспектральных данных, планирование и проведение экспериментальных исследований, анализ и интерпретацию результатов, а также разработку архитектуры и реализацию интеллектуального программного комплекса. Концепция работы и общее направление исследований определялись автором совместно с научным руководителем.

Основные результаты диссертационного исследования прошли необходимую апробацию. Они докладывались на международных научных конференциях и семинарах, в том числе на VII, VIII и X Международных конференциях и молодежных школах «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2021, ИТНТ-2022 и ИТНТ-2024), а также на 3-м международном семинаре в Американском университете Армении.

По теме диссертации Мухиным А.В. опубликовано 8 научных работ, из которых 2 работы опубликованы в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 3 работы — в изданиях из перечня ВАК РФ. Получено 8 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, что дополнительно подтверждает практическую направленность и программную реализацию результатов исследования.

Считаю, что подготовленная Мухиным Артемом Владимировичем диссертационная работа «Интеллектуальная система для хранения, визуализации и обработки гиперспектральных данных» является завершенным научным трудом, выполненным автором самостоятельно и на высоком научно-техническом уровне. Полученные в работе результаты обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью и получили достаточную апробацию.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки), а ее автор, Мухин Артем Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель,
заведующий кафедрой технической кибернетики
Самарского университета
д.т.н., доцент

 А. В. Куприянов

Полное наименование организации:
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»
Сокращенное наименование: Самарский университет
Адрес: Россия, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д.34.
Телефон: +7 (846) 242-41-24
E-mail: akupr@ssau.ru

