

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.08, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 04 апреля 2019 года публичной защиты диссертации Сариновой Асии Жумабаевны «Математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных преобразований» по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Присутствовали 18 из 21 членов диссертационного совета, из них 5 докторов наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (технические науки):

1. Поддубный В. В., доктор технических наук, профессор, председатель диссертационного совета, 05.13.18 (технические науки);
2. Сущенко С. П., доктор технических наук, профессор, заместитель председателя диссертационного совета, 05.13.11 (технические науки);
3. Лившиц К. И., доктор технических наук, профессор, исполняющий обязанности учёного секретаря диссертационного совета, 05.13.18 (технические науки);
4. Бубенчиков А. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
5. Воробейчиков С. Э., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18 (физико-математические науки);
6. Горцев А. М., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
7. Домбровский В. В., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);

8. Замятин А. В., доктор технических наук, доцент, 05.13.11 (технические науки);
9. Кистенёв Ю. В., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
10. Костюк Ю. Л., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
11. Кошкин Г. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
12. Матророва А. Ю., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);
13. Моисеев А. Н., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18 (физико-математические науки);
14. Нагорский П. М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18 (физико-математические науки);
15. Назаров А. А., доктор технических наук, профессор, 05.13.11 (технические науки);
16. Смагин В. И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки);
17. Тарасенко В. Ф., доктор технических наук, доцент, 05.13.11 (технические науки).
18. Янковская А. Е., доктор технических наук, профессор, 05.13.18 (технические науки).

Заседание провёл председатель диссертационного совета доктор технических наук, профессор Поддубный Василий Васильевич.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить А. Ж. Сариновой учёную степень кандидата технических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.08,
созданного на базе федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета 04.04.2019 № 196

О присуждении **Сариновой Асие Жумабаевне**, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных преобразований»** по специальности **05.13.11** – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей принята к защите 20.12.2018 (протокол заседания № 192) диссертационным советом **Д 212.267.08**, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012).

Соискатель **Саринова Асия Жумабаевна**, 1984 года рождения.

В 2018 г. соискатель окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» с выдачей диплома об окончании аспирантуры.

Работает в должности старшего преподавателя кафедры «Информационные технологии» Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Диссертация выполнена на кафедре теоретических основ информатики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Замятин Александр Владимирович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Научно-образовательный центр компьютерных наук и технологий, директор центра; по совместительству – кафедра теоретических основ информатики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Спицын Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Отделение информационных технологий, профессор

Балашов Иван Васильевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук, отдел «Технологии спутникового мониторинга», старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Сибирский федеральный университет**», г. Красноярск, в своем положительном отзыве, подписанным **Цибульским Геннадием Михайловичем** (доктор технических наук, профессор, кафедра «Системы искусственного интеллекта», заведующий кафедрой), указала, что несмотря на то, что на сегодняшний день разработано множество алгоритмов и методов сжатия гиперспектральных изображений, эти решения все еще демонстрируют невысокие показатели степени сжатия и вычислительной эффективности, а при сжатии с потерями демонстрируют невысокое качество восстановленных изображений. В связи с этим задача построения алгоритмического и программного обеспечения сжатия гиперспектральных

изображений, учитывающего специфические особенности структуры гиперспектральных данных и позволяющего добиться более высоких показателей степени сжатия, в том числе с сохранением минимального уровня потерь, является актуальной. Особенно актуальны исследования для дистанционного зондирования Земли, где гиперспектральные изображения характеризуются объемом данных, требующим большого дискового пространства. А. Ж. Сариновой впервые предложен алгоритм сжатия гиперспектральных изображений без потерь, отличающийся совместным применением группирования каналов, выбором отсчётного канала по критерию корреляции с применением разностных преобразований, и позволяющий существенно увеличить степень сжатия; впервые предложена модификация алгоритма сжатия гиперспектральных изображений без потерь с параллельной обработкой данных, основанная на упорядочении всех каналов изображения по критерию корреляции без их группирования и применения к ним разностного преобразования с использованием регрессионного анализа, позволяющего сократить объем данных для обработки каждым вычислительным узлом; впервые предложен алгоритм сжатия гиперспектральных изображений с потерями, отличающийся поканальным способом определения индекса для квантования и адаптированной таблицей кодов Хаффмана, позволяющий обеспечить более высокую степень сжатия при заданном минимальном уровне потерь. Существующие алгоритмы сжатия для гиперспектральных изображений в разы уступают показателям степени сжатия и скорости обработки разработанному А. Ж. Сариновой алгоритмическому обеспечению. Результаты исследования вносят вклад в развитие теории кодирования информации, вейвлет-анализа и могут применяться для сжатия различных видов гиперспектральных изображений, в том числе аэрокосмических, а также иных многоканальных, возникающих в задачах физики, химии, астрономии, биологии и медицины.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы (из них 1 статья в зарубежном научном журнале, входящем в Scopus), в сборниках материалов международных научных и научно-практических

конференций (из них 1 зарубежная конференция) опубликовано 8 работ); свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ получено 1. Общий объем публикаций – 6,58 а.л., авторский вклад – 4,13 а.л.

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

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Замятин А. В. Алгоритм сжатия гиперспектральных аэрокосмических изображений с учетом междиапазонной корреляции / А. В. Замятин, **А. Ж. Сарина** // Прикладная информатика. – 2013. – № 5 (47). – С. 35–42. – 0,7 / 0,35 а.л.

2. **Сарина А. Ж.** Кодирование и декодирование гиперспектральных аэрокосмических изображений с применением вейвлет-преобразований / А. Ж. Сарина, М. Е. Исин // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. – № 4 (48). – С. 84–89. – 0,7 / 0,35 а.л.

3. **Sarinova A.** Lossless compression of hyperspectral images with pre-bute processing and intrabands correlation / A. Sarinova, A. V. Zamyatin, P. Cabral // DYNA. – 2015. – Vol. 82, is. 190. – P. 166–172. – DOI: 10.15446/dyna.v82n190.43723. – 0,82 / 0,27 а.л. (*Scopus*).

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014660049. Сжатие гиперспектральных аэрокосмических изображений / **Сарина А. Ж.**, Замятин А. В., Афанасьев А. А.; правообладатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (RU). Заявка № 2014617840; дата поступления – 06.08.2014; дата государственной регистрации в Реестре программы для ЭВМ. – 01.10.2014.

На автореферат поступили 7 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **А. К. Аксенов**, канд. техн. наук, доц., доцент департамента информационных технологий и автоматики Уральского федерального университета имени первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, *с замечанием*: не приведена трудоёмкость сравниваемых алгоритмов и методов сжатия.
2. **К. Ю. Войтиков**, канд. техн. наук, доц., заместитель заведующего кафедрой дискретной математики Московского физико-технического института (национального исследовательского университета), г. Долгопрудный, *с замечанием*: в описании первой главы сказано, что для сжатия с потерями реализованы алгоритмы с использованием вейвлет-преобразований, а каких именно далее подробно не рассматривается, хотя у автора имеется публикация по данному направлению исследования.
3. **В. Н. Логинов**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры теоретических и прикладных проблем инноваций Московского физико-технического института (национального исследовательского университета), г. Долгопрудный, *с замечаниями*: следовало немного раскрыть исследования отдельных ученых при сжатии алгоритмов без потерь и с потерями с приведением нескольких конкретных примеров; при описании третьей главы на рис.1, 3–5 сравниваемые алгоритмы указаны впервые без расшифровок, что затрудняет восприятие.
4. **Л. Г. Гагарина**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой информатики и программного обеспечения вычислительных систем Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники», *с замечаниями*: в алгоритме сжатия с потерями предложенная адаптированная таблица кодов Хаффмана для гиперспектральных изображений подробно не изложена, имеется лишь ссылка на диссертацию; на рис. 1.3 представлены алгоритмы отдельных ученых, которые не имеют соответствующего описания.
5. **С. В. Белим**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой информационной безопасности Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, *с замечанием*: в автореферате при описании компьютерного эксперимента отсутствует информация о количестве изображений, присутствующих в тестовом наборе, что не позволяет сделать выводы о корректности результата.
6. **В. И. Фандюшин**, канд. техн. наук, ассоциированный профессор (доцент), и.о. заведующего кафедрой «Информационные технологии»

Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан, *с замечаниями*: в качестве энтропийного кодирования использовался алгоритм Хаффмана, адаптированная таблица Хаффмана, при этом неясно, использовался ли другой статистический алгоритм. 7. **А. В. Мануковский**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Информатики» Павлодарского педагогического государственного университета, г. Павлодар, Республика Казахстан, *без замечаний*.

В отзывах указывается, что актуальность темы исследования обусловлена необходимостью разработки технологий сокращения (сжатия) потока гиперспектральных данных для их передачи на наземные пункты приема информации с использованием спутниковых радиотехнических систем передачи информации с ограниченной пропускной способностью. Использование гиперспектральной съемки является устойчивой тенденцией развития космических систем дистанционного зондирования Земли. При этом современные радиотехнические системы передачи информации с ограниченной пропускной способностью не позволяют передавать полные объемы зарегистрированных гиперспектральных изображений. Впервые предложен алгоритм сжатия гиперспектральных изображений без потерь, отличающийся совместным применением группирования каналов, выбором отсчётного канала по критерию корреляции с применением разностных преобразований, и позволяющий существенно увеличить степень сжатия; разработано семейство алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений без потерь, превосходящее аналоги по степени сжатия и в вычислительной эффективности в несколько раз; разработан алгоритм сжатия гиперспектральных изображений с минимизацией уровня потерь, позволяющий обеспечить высокую степень сжатия по сравнению с аналогами; проведены исследования созданного программного обеспечения сжатия с потерями и без потерь, показавшие его превосходство над аналогами и высокое быстродействие.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **В. Г. Спицын** является высококвалифицированным специалистом в области обработки и анализа изображений; **И. В. Балашов** является известным специалистом в области разработки архитектуры, алгоритмов и программного обеспечения для создания картографических интерфейсов, обеспечивающих

распределенную обработку и анализ спутниковых данных; на базе **Сибирского Федерального университета** созданы школы и ведутся разработки по нескольким направлениям: информационно-космические и геоинформационные технологии; информационная безопасность; создание информационно-телекоммуникационных систем и образовательная деятельность.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие новые научные результаты:

предложен новый алгоритм сжатия гиперспектральных изображений без потерь, отличающийся совместным применением группирования каналов, выбором отсчётного канала по критерию корреляции с применением разностных преобразований;

разработана оригинальная модификация алгоритма сжатия гиперспектральных изображений без потерь с параллельной обработкой данных, основанная на упорядочении всех каналов изображения по критерию корреляции без их группирования и применения к ним разностного преобразования с использованием регрессионного анализа;

представлен новый алгоритм сжатия гиперспектральных изображений с потерями, отличающийся поканальным способом определения индекса для квантования и адаптированной таблицей кодов Хаффмана.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработан оригинальный метод алгоритмического и программного обеспечения сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями, учитывающий специфические особенности данных и позволяющий существенно увеличить показатели степени сжатия и минимизировать искажения при заданном уровне потерь.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

получены новые экспериментальные исследования, выполненные с использованием программной реализации алгоритмов с последующей оценкой полученных результатов и сравнением с экспериментальными данными из литературы;

разработано семейство алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями, превосходящее известные аналоги (рассмотренные в диссертации) более чем на 75 % по степени сжатия и в вычислительной эффективности более чем в 3 раза;

разработано математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных преобразований, учитывающее специфические особенности данных, которое может быть использовано для создания программных систем для разработки методов и алгоритмов в прикладных задачах кодирования и обработки данных.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты работы могут быть использованы в обработке и преобразовании изображений в области химии, биологии и других областях, а также при проведении научных исследований алгоритмов сжатия изображений по сравнению со стандартными и специализированными подходами. Выводы и разработанное математическое и программное обеспечение могут применяться в учебном процессе в институте прикладной математики и компьютерных наук Национального исследовательского Томского государственного университета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Экспериментальные исследования выполнены с использованием программной реализации алгоритмов с последующей оценкой полученных результатов и сравнением с экспериментальными данными из специальной литературы. Достоверность полученных результатов подтверждена многочисленными вычислительными экспериментами и апробацией программного обеспечения.

Личный вклад соискателя состоит в: совместной с научным руководителем постановке цели и задач исследования; самостоятельном получении теоретических и практических результатов; создании алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений; разработке программного комплекса сжатия гиперспектральных изображений с реализацией оригинальных базовых функций на основе разработанных алгоритмов и результатов их исследований; формулировке выводов по проведенной работе; подготовке публикаций и апробации результатов работы.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в разработке алгоритмического и программного обеспечения сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями, учитывающего специфические особенности данных и позволяющего существенно увеличить показатели степени сжатия, вычислительной эффективности и минимизировать искажения при заданном уровне потерь, имеющей значение для развития теории сжатия информации и обработки изображений.

На заседании 04.04.2019 диссертационный совет принял решение присудить **Сариновой А. Ж.** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (технические науки), из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовал: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета



Поддубный Василий Васильевич

И.о. ученого секретаря

диссертационного совета



Лившиц Климентий Исаакович

04.04.2019

