

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.197.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 04.10.2022 г., № 66

О присуждении Кириенко Андрею Васильевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и методики информационного обеспечения геоинформационной системы поиска техногенного мусора на основе воздушной видеоспектральной съемки» по специальности 25.00.35 – Геоинформатика принята к защите 27.07.2022 г. (протокол заседания №60) диссертационным советом Д 212.197.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 192007, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д.79, созданного приказом № 375/нк от 29.07.2013 года (приказы о внесении изменений № 656/нк от 23.06.2015 г., пр. № 1220/нк от 18.12.2019 г., пр. № 856/нк от 12.07.2022 г.).

Соискатель – Кириенко Андрей Васильевич, гражданство Российская Федерация, 1983 года рождения. В 2005 году соискатель окончил с отличием Военно-космическую академию им. А.Ф. Можайского, специальность – организация и технология защиты информации. С 2005 года по 2012 год проходил военную службу на должностях от младшего научного сотрудника до старшего научного сотрудника, где участвовал в научно-исследовательских работах специальной тематики, связанной с обработкой данных дистанционного зондирования Земли. С 2012 года по настоящее время работает в Санкт-Петербургском филиале АО «Конструкторское бюро

«Луч», сначала в должности заместителя начальника отдела, в настоящее время - начальником отдела, где возглавляет научно-исследовательское направление работ по предварительной, фотограмметрической и тематической обработке видовых данных от аппаратуры наблюдения различного диапазона.

Диссертация «Модели и методики информационного обеспечения геоинформационной системы поиска техногенного мусора на основе воздушной видеоспектральной съемки» выполнена в Санкт-Петербургском филиале АО «Конструкторское бюро «Луч».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Бурлов Вячеслав Георгиевич, профессор кафедры «Информационных технологий и систем безопасности» ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет».

Научный консультант – кандидат технических наук, доцент, Остриков Вадим Николаевич, главный научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала АО «Конструкторское бюро «Луч».

Официальные оппоненты:

Якушев Денис Игоревич, доктор технических наук, профессор кафедры «Специальных информационных технологий», ФГКОУ ВО «Санкт-Петербургский университет МВД РФ»,

Вагизов Марсель Равильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Информационных систем и технологий» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» в своем положительном отзыве, утвержденным доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе Тупиком Виктором Анатольевичем, составленным и подписанным доктором технических наук, доцентом, и.о. заведующего кафедрой «Информационно-измерительных систем и технологий» Королевым Павлом Геннадьевичем и подписанным доктором технических наук, профессором кафедры «Информационно-измерительных систем и технологий» Алексеевым Владимиром Васильевичем, обсужденным и одобренным на заседании

кафедры «Информационно-измерительных систем и технологий» (протокол №6 от «06» сентября 2022г.), указала, что диссертация Кириенко Андрея Васильевича «Модели и методики информационного обеспечения геоинформационной системы поиска техногенного мусора на основе воздушной видеоспектральной съемки» является законченной, логично обоснованной, самостоятельно выполненной научно-исследовательской работой, соответствует паспорту специальности 25.00.35 и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.35 – «Геоинформатика».

Соискатель имеет 20 опубликованных работ по теме диссертации, включая 6 статей из перечня изданий, рекомендованных ВАК (две из них продублированы в англоязычных изданиях), 4 подраздела в рецензируемой монографии, 3 работы в материалах всероссийских научно-технических конференций, 7 свидетельств о регистрации в Государственном реестре программ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Кириенко А.В.** Оценка качества построения геоинформационной системы автоматизированного поиска техногенного мусора по видеоданным воздушной съемки /Бурлов В.Г., Остриков В.Н., Плахотников О.В.// Гидрометеорология и экология, №63, с.311-328

2. **Кириенко А.В.** Применение авиационной видеоспектральной съемки для поиска на местности фрагментов отделяющихся частей ракет-носителей /Остриков В.Н. Плахотников О.В. //Исследование Земли из космоса, № 2,2019, с.45-54

3. **Кириенко А.В.** Оценка спектрального разрешения видеоспектрометра по данным регистрации фраунгоферовых линий с использованием атмосферной модели MODTRAN /Остриков В.Н., Плахотников О.В. // Оптика атмосферы и океана, т.32, № 7,2019, с.1-6;

4. **Кириенко А.В.**, Оценка содержания азота и калия в биомассе растений по атмосферно скорректированным гиперспектральным данным дистанционного зондирования/ Остриков В.Н., Плахотников О.В., Смирнов С.И. //Оптика атмосферы и океана, т.29, № 7, 2016, с.566-571;

5. **Кириенко А.В.** Обработка гиперспектральных данных, получаемых с авиационных и космических носителей / *Остриков В.Н., Плахотников О.В.* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т.10, №2, 2013, с.243-251;

6. **Кириенко А.В.** Навигационно-корреляционная коррекция изображений, искаженных взаимными сдвигами строк / *Остриков В.Н.* // Информационно-измерительные и управляющие системы. Т.7, №7, 2009, с. 52-57.

Статьи, продублированные в англоязычных изданиях:

1. **Kirienko A.V.** Aerial Video-Spectral Survey in the Search for Fragments of Separated Parts of Launch Vehicles on the Ground / *Ostrikov V.N., Plakhotnikov O.V.* // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2019, Vol. 55, No. 9, pp. 1082–1088.

2. **Kirienko A.V.** Estimation of Spectral Resolution of Imaging Spectrometers from Fraunhofer Lines with the MODTRAN Atmospheric Model / *Ostrikov V.N., Plakhotnikov O.V.* // *Atmospheric and Oceanic Optics*, 2019, Vol.32, No 6, pp.622-627.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. **Кириенко А.В.** Радиометрическая калибровка данных / *Остриков В.Н., Плахотников О.В.* / Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2013613039 от 21.03.13.

2. **Кириенко А.В.** Оценка качества данных / *Остриков В.Н., Плахотников О.В.* / Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2013613040 от 21.03.13.

3. **Кириенко А.В.** Обработка гиперспектральных данных / *Остриков В.Н., Плахотников О.В. и др.* / Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2013613042 от 21.03.13.

4. **Кириенко А.В.** Модельно-экспериментальная радиометрическая калибровка гиперспектральных данных / *Остриков В.Н., Плахотников О.В.* / Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2014616087 от 10.06.14.

5. **Кириенко А.В.** Модельно-экспериментальная спектральная коррекция данных гиперспектральной аппаратуры / *Остриков В.Н., Плахотников О.В.* / Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2014616088 от 10.06.14.

6. **Кириенко А.В.** Геометрическая коррекция данных воздушной гиперспектральной съемки /Остриков В.Н./ Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2014616089 от 10.06.14.

7. **Кириенко А.В.** Модельно-экспериментальная оценка спектрального разрешения данных гиперспектральной аппаратуры /Остриков В.Н./ Свид. о госуд. рег-ции программы для ЭВМ № 2014614600 от 29.04.14.

Все публикации соответствуют теме диссертации и раскрывают ее основные положения, недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работ не выявлено.

На диссертацию и автореферат поступили 15 отзывов.

1. Алтынов Александр Ефимович, кандидат технических наук (25.00.34 - «Аэрокосмические съемки и фотограмметрия»), заведующий кафедры Аэрокосмических съемок ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии».

Отзыв положительный. Замечания:

из автореферата не совсем ясно, как выполняется методика геометрической коррекции, т.к. не приведена ее математическая модель;

в работе не учитываются особенности формирования гиперспектральных изображений для местности с выраженным рельефом, например, горной местности.

2. Белов Владимир Васильевич, доктор физико-математических наук (01.04.05 - «Оптика»), профессор, заслуженный деятель наук РФ, главный научный сотрудник ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук.

Отзыв положительный. Замечания:

в автореферате не отмечено, при каких значениях оптической толщины атмосферы реализуются используемая методика оценки спектрального разрешения;

вывод о статистической независимости отдельных составляющих оценки шумовых искажений (выражение (7)), как это следует из текста автореферата, построен, возможно, на основе только одной реализации.

3. Отзыв от Научно-исследовательского центра (топогеодезического и навигационного обеспечения) ФГБУ «27 ЦНИИ» Министерства обороны Российской Федерации, составленный и подписанный кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Ладыгиным Виталием Александровичем (специальность 20.02.09) и утвержденным врио начальника центра Канзалаевым Русланом Геннадьевичем.

Отзыв положительный. Замечания:

при изложении методики предварительной обработки данных гиперспектральной съемки (ГС) недостаточно внимания уделено методам, позволяющим сократить время последующей тематической обработки данных ГС и улучшить качество ее результата. К таким методам можно отнести исключение их обработки «плохих» или неинформативных каналов. Данные методы позволяют оценить качество каждого канала анализируемого изображения на предмет уровня шума, поглощения и рассеяния сигнала атмосферой и маркировать «плохие» каналы. Многие из каналов, представленных на анализируемом изображении, могут не содержать полезной информации об интересующих объектах или материалах. Такие каналы также должны быть исключены из обработки;

для реализации расчетных оценок вероятностей решения тематических задач на основе базы данных эталонных спектральных характеристик поверхностей объектов автором используются несколько «универсальных» алгоритмов спектрального сравнения: Теребижа, Кульбака («разностно-векторная»), субпиксельного типа, корреляционный. Однако не рассматриваются специализированные алгоритмы, разработанные к настоящему времени, позволяющие повысить качество определения по данным ГС искусственных объектов на фоне естественной среды. К таким алгоритмам можно отнести алгоритмы OSP и «определение аномалий». Алгоритм OSP (Orthogonal Subspace Projection) редуцирует размерность ГС-данных, подавляя спектры материалов фона и усиливая целевой спектр. Этот метод предполагает, что материал целевого спектра может быть представлен в очень низких концентрациях. Данный алгоритм хорош и тем,

что при его использовании часто нет необходимости корректировать записанные сенсором яркости в значения яркости земных объектов, поскольку алгоритм может оперировать с некорректируемыми значениями яркости. Это делает необязательной атмосферную коррекцию. Алгоритм «определение аномалий» идентифицирует участки изображения, которые могут содержать материалы с аномальными спектрами. Пользователь получает ответ на вопрос: есть ли что-нибудь необычное в анализируемой сцене? В основе алгоритма «определение аномалий» лежит алгоритм OSP.

4. Паниди Евгений Александрович, кандидат технических наук (25.00.35 - «Геоинформатика»), доцент, заведующий кафедрой картографии и геоинформатики Института наук о Земле ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

на странице 3 автореферата приведена фраза «... дистанционной съемки видеоспектрального (ВС) типа (в англоязычной литературе — гиперспектральной съемки)». В данном случае следовало привести оригинальный англоязычный термин «hyperspectral imaging» (аналогично следовало поступить с термином «джиттер» на странице 4) и дать комментарий относительно наличия в русскоязычной терминологии понятия «гиперспектральная съёмка» и практики применению в том числе заменимости, терминов «видеоспектральная съёмка» и «гиперспектральная съёмка»;

автор обозначает в качестве объекта исследования «техногенный мусор, в том числе обычные и токсичные обломки отделяемых частей ракетополетителей, образующиеся в процессе ракетных пусков, ГИС его поиска», что выглядит некорректным, так как фактически исследование сфокусировано на рассмотрении свойств и характеристик пространственных данных (данных дистанционного зондирования), и объектом исследования являются именно пространственные данные; при этом предмет исследования, указанный Автором, соотносится именно с данными дистанционного зондирования, как с объектом исследования;

рассматривая вопросы информационного обеспечения ГИС для поиска техногенного мусора, автор практически не освещает место разработанных им методических и программных средств в составе такой ГИС и их взаимодействие с иными компонентами системы, из автореферата затруднительно вынести представление о составе и структуре подобной ГИС.

5. Сизиков Валерий Сергеевич, доктор технических наук (05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), профессор факультета Программной инженерии и компьютерной техники, ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский Национальный исследовательский Университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО).

Отзыв положительный. Замечания:

в автореферате значительное внимание уделено разработке моделей, но отсутствует конкретизация собственно разработанных методик;

в тексте автореферата отсутствует описание модели и используемого алгоритма, описывающего влияние оптического размытия изображения объективом в имитационной модели и устранение этого влияния.

6. Ковалев Михаил Сергеевич, кандидат технических наук (05.11.07 - «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»), доцент кафедры лазерных и оптико-электронных систем ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)».

Отзыв положительный. Замечания:

чем обосновано предоставление автореферата на 28 страницах машинописного текста, особенно в случае защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук?;

из автореферата осталось неясным, каким образом разработанные модели и методики планируется применять на практике с учетом специфики реальных гиперспектральных приборов: аббераций изображения,

виньетирования, пространственной неоднородности чувствительности приемника излучения и т.д.;

некорректны представлены подписи к рисункам 1, 2 и т.д.

7. Лепешкин Олег Михайлович, доктор технических наук (05.13.10 - «Управление в социальных и экономических системах»), доцент кафедры безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения ФГКВОУ ВО Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного.

Отзыв положительный. Замечания:

не достаточно полно представлены оценки временных затрат на обработку данных, в том числе с учетом применения современной высокопроизводительной вычислительной техники, и как эти затраты влияют на конечную эффективность поиска мусора оператором;

на стр. 19 автореферата на рисунке для обозначения присутствуют обозначения на английском языке.

8. Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий лабораторией Проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН.

Отзыв положительный. Замечания:

Поскольку целью работы является повышение эффективности информационного обеспечения ГИС, желательно дать экономические оценки поиска техногенного мусора с учетом разработанных моделей и методик;

не вполне ясно, насколько критичным для поиска техногенного мусора окажется наличие снежного покрова на местности;

в методике системного оценивания эффективности оперативного информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора следует учитывать квалификацию и условия работы оператора в соответствии с эргономическими требованиями.

9. Мустафин Мурат Газизович, доктор технических наук (25.00.20 - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»), доцент, заведующий кафедрой Инженерной геодезии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

в автореферате приведены результаты 2-х экспериментов, которые показали эффективность разработанной методики первичной и предварительной обработки информации. Вместе с тем представляется, что для надежного применения методики на практике следует выполнить значительное количество вариантов тестирования с вариацией характеристик, как объектов мусора, так и условий ВСС.

10. Отзыв от «Филиала АО «Концерн «Вега» в г. Санкт-Петербурге», составленный и подписанный Оковым Игорем Николаевичем, доктором технических наук (20.01.09 - «Военные системы управления, связи и навигации»), профессором, ведущим научным сотрудником, и Мишиным Сергеем Александровичем, кандидатом технических наук (05.07.12 - «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»), старшим научным сотрудником, ведущим научным сотрудником, и утвержденный директором, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Прищепой Юрием Владимировичем.

Отзыв положительный. Замечания:

в работе предлагается предварительно определять характеристики фрагментов ОЧ РН, однако неясно, насколько ухудшается вероятность их обнаружения при изменении их размера, формы и физико-химических свойств при нормальном и нештатном полетах РН;

из материалов автореферата непонятно, какие требования предъявляются к техническим параметрам аппаратуры ВСС для обнаружения техногенного мусора;

осталось неясным, насколько репрезентативны выборки данных, на основе которых получены оценки эффективности поиска техногенного мусора.

11. Тихомиров Олег Алексеевич, доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

в автореферате не приведена структура и состав БД хранения эталонных спектральных характеристик поверхностей объектов;

в работе не вполне обоснован выбор атмосферной модели MODTRAN, а не других существующих моделей атмосферы.

12. Рытов Михаил Юрьевич, кандидат технических наук (05.13.12 - «Системы автоматизации проектирования»), доцент, заведующий кафедрой «Системы информационной безопасности» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет».

Отзыв положительный. Замечания:

для предложенных методик обработки не приведены данных о их производительности и на каких вычислительных средствах они функционируют;

в автореферате полноценно не освещена методика и модель геометрической коррекции и геокодирования данных ВСС;

несколько превышен объем автореферата.

13. Вишняков Сергей Михайлович, кандидат технических наук (20.02.20 - «Теория и эффективность стрельбы, управление огнем, обеспечение стрельбы»), начальник направления ООО «Специальный технологический центр».

Отзыв положительный. Замечания:

не проведена оценка экономической целесообразности применения аппаратуры ВСС для задачи ИО ГИС поиска техногенного мусора;

не сформулированы ограничения по качеству исходных данных, используемых для реализации разработанных методик.

14. Нырков Анатолий Павлович, доктор технических наук (05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»), профессор кафедры комплексного обеспечения

информационной безопасности ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова».

Отзыв положительный. Замечания:

в методике атмосферной коррекции по эталонной поверхности не указаны требования к такой поверхности (геометрические и спектральные свойства), сравнение с другими существующими методиками, а также ограничения применения данной методики;

в автореферате не сформулированы рекомендации по построению ИО ГИС на основе ВСС.

15. Зимин Михаил Викторович, кандидат географических наук (25.00.33 - «Картография»), ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики, географический факультет ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

Отзыв положительный. Замечания:

из автореферата не ясно, почему для моделирования влияния атмосферы была взята именно модель MODTRAN и как с использованием ее производился расчет СПЭЯ в разработанной имитационной модели;

из автореферата не определяется степень применимости разработанных автором моделей и методик на другие типы техногенного мусора.

Выбор ведущей организации ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» обосновывается тем, что она имеет большой опыт по разработке, обучению и применению геоинформационных систем и средств дистанционного зондирования земли, на ее базе работает учебно-научный центр «ГИС технологии» факультета информационно-измерительных и биотехнических систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», который является Авторизованным Учебным центром ESRI (Институт исследования систем окружающей среды, США), что соответствует теме диссертации и направлениям исследований в соответствии с паспортом специальности «Геоинформатика».

Выбор официальных оппонентов обосновывается:

доктор технических наук, профессор кафедры «Специальных информационных технологий», ФГКОУ ВО «Санкт-Петербургский университет МВД РФ» Якушев Денис Игоревич является ведущим специалистом в области информационных технологий, в том числе в ключевом направлении – геоинформатики;

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Информационных систем и технологий», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» Вагизов Марсель Равильевич является ведущим специалистом по геоинформационным системам и обработки данных дистанционного зондирования земли для их тематического применения.

Оппоненты компетентны в вопросах исследования геоинформационных систем и информационных технологий, в процессах информационного и другого обеспечения геоинформационных систем, исследования и применения методов обработки данных аэрокосмической съемки, а также наличием публикаций в исследуемой соискателем области и способностью определить научную и практическую ценность полученных результатов диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных исследований соискателем разработаны:

1. Модели и методики первичной обработки данных ВСС, включающие: новую модель и методику оценки спектрального разрешения данных видеоспектральной съемки (ВСС) по тестовой съемке на основе атмосферной модели MODTRAN, на их основе – методику радиометрической калибровки данных ВСС, методику атмосферной коррекции данных ВСС по наземным эталонам, которые отличаются тем, что обеспечивают оценку точности спектрального разрешения до 0,5 нанометра во всем интервале чувствительности прибора без использования специальных дорогостоящих установок на производстве и позволяют оперативно решать задачу радиометрической калибровки в любых, включая натурные, условиях эксплуатации аппаратуры, а атмосферную коррекцию - включая условия облачности, в целях информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора.

2. Модели и методики предварительной обработки данных ВСС, включающие: адаптацию модели и методику компенсации шумовых искажений данных ВСС, новую модель и методику комбинированной геометрической коррекции и геокодирования данных ВСС, которые *отличаются* тем, что позволяют демпфировать полосовые искажения и случайный шум данных ВСС с повышением отношения сигнала к шуму в 1,5-1,8 раза и существенно *уменьшают* высокочастотный «джиттер», что *повышает* визуальную дешифрируемость снимков и точность геокодирования данных до 20%.

3. Методика тематической обработки данных ВСС на основе оригинальной имитационной модели геоинформационного представления объектов поиска, процесса формирования и обработки данных для априорной оценки возможностей информационного обеспечения ГИС на основе ВСС с использованием разработанных методик первичной и предварительной обработки, которая *отличается* тем, что позволяет в 1,4-1,5 раза повысить вероятность выявления объектов техногенного мусора за счет априорного выбора метрик и параметров обработки данных.

4. Модель и методика системного оценивания эффективности оперативного информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора, сравнение построения информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора с использованием традиционной оптико-электронной съемки и с применением ВСС, практические рекомендации по построению и реализации информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора с применением воздушной ВСС, которые показали, что при более высокой вероятности идентификации объектов техногенного мусора, использование ГИС на основе ВСС в 5 раз *повышает* оперативную производительность системы распознавания техногенного мусора в сравнении к стандартному применению оптико-электронной съемки для информационного обеспечения ГИС.

Теоретическая значимость работы определяется:

– разработанной новой методикой оценки спектрального разрешения видеоспектральной аппаратуры и на ее основе построение методики радиометрической калибровки, реализуемой путем применения тестовой

съемки с использованием атмосферной модели MODTRAN, позволяющих осуществлять качественную коррекцию данных ВСС без использования дорогостоящей и обычно малодоступной специальной аппаратуры, а также непосредственно в полевых условиях для необходимой текущей коррекции результатов съемки;

- проведением адаптации известной методики компенсации полосовых искажений и случайных шумов к обработке данных ВСС, обеспечивающей существенное повышение качества этих данных без искажения спектральных составляющих сигналов, что обуславливает ее специфическое применение для ВСС;

- разработанной новой методикой комбинированной коррекции геометрических искажений и геокодирования данных ВСС, демпфирующей высокочастотный «джиттер» образов искомых объектов с повышением точности геокодирования данных и определения координат объектов;

- разработанной новой оригинальной имитационной моделью геоинформационного представления объектов поиска, процесса формирования и обработки данных ВСС применительно к решению тематической задачи поиска объектов техногенного мусора, что позволяет априорно производить выбор метрик и параметров обработки;

- разработанной методикой системного оценивания эффективности оперативного информационного обеспечения (ИО) ГИС поиска техногенного мусора.

Практическая ценность работы состоит:

- в создании программного обеспечения (ПО) первичной обработки данных ВСС для ИО ГИС поиска техногенного мусора для оценок спектрального разрешения аппаратуры и его использования для последующей радиометрической калибровки, а также ПО атмосферной коррекции данных ВСС;

- в создании ПО предварительной обработки данных ВСС для ИО ГИС поиска техногенного мусора с целью компенсации полосовых искажений и случайного шума, а также ПО геометрической коррекции и геокодирования данных ВСС;

- в создании ПО имитационной модели геоинформационного представления объектов поиска, процесса формирования и обработки данных для априорной оценки возможностей ИО ГИС на основе ВСС;
- в создании ПО тематической обработки данных для ИО ГИС поиска техногенного мусора, обеспечивающего автоматизированную спектральную идентификацию объектов;
- в разработке ПО системного сравнения ИО ГИС поиска техногенного мусора на основе использования традиционной оптико-электронной съемки и с применением ВСС;
- в разработке практических рекомендаций по построению ИО ГИС поиска техногенного мусора с применением воздушной ВСС.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанное программно-алгоритмическое обеспечение (ПАО) и его реализация лично автором диссертации на основе применения предложенных моделей и методик внедрено в создание комплекса получения и обработки видеоспектральных данных в рамках опытно-конструкторской работы «Питатель» (головной исполнитель Санкт-Петербургский филиал АО «Вега», заказчик работы – Министерство промышленности и торговли РФ, название работы: «Разработка базовых технологий создания ряда унифицированных электронных модулей для контрольно-измерительной, метрологической и поверочной аппаратуры измерения основных характеристик гиперспектральных средств наблюдения»), а также использовалось в обеспечение 3-х научно-исследовательских работ по специальной тематике в интересах МО РФ. Разработанное ПО применялось к полученным данным воздушной ВСС в ходе проведения научного эксперимента по обнаружению малозаметных фрагментов мусора, а также элементов отделяемых частей ракетополетов, часто весьма токсичных (из-за остатков жидкого топлива), по реальным объектам, на тестовом полигоне для оценки возможностей решения экологической задачи поиска фрагментов техногенного мусора. Эксперимент проводился совместно с ЗАО «НТЦ «Реагент» и АО «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры», что подтверждается соответствующим актом реализации. Положительные результаты проведения натурных экспериментов показали целесообразность

применения данных ВСС для решения поставленной задачи. В ходе проведения совместного научного эксперимента СПб филиала АО «КБ «Луч» с СПб «Агрофизическим институтом им. А.Ф.Иоффе» РАН РФ, с участием географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, применялась первичная и предварительная обработка данных ВСС воздушной съемки на основе разработанного в диссертации ПО. Результаты использованы в учебном процессе подготовки студентов географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова и обсуждались в ходе двух докладов на научной всероссийской конференции (с международным участием).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- применение апробированных методов системного анализа, математического моделирования, методов автоматизированной обработки сигналов и теории вероятностей;
- высокое качество согласования полученных результатов с теоретическими расчетами и лабораторными измерениями;
- качество применения разработанных и используемых моделей и методик первичной и предварительной обработки данных ВСС, а также априорные теоретические расчеты на основе имитационной модели, полностью подтверждены данными реальной экспериментальной съемки в ходе тематической обработки полученных данных.

Личный вклад соискателя заключается в том, что он непосредственно участвовал в научной постановке задач, участвовал в обсуждении результатов их решения, в получении и обработке данных ВСС в ходе экспериментов, а также внес решающий вклад в разработку математических моделей и методик, в их реализацию в виде программно-алгоритмического обеспечения, в анализ и обобщение результатов исследований.

Соискатель Кириенко А.В, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Научные результаты диссертации Кириенко А.В. соответствуют пунктам паспорта научной специальности 25.00.35 – «Геоинформатика»:

2. Технические средства сбора, регистрации, хранения, передачи и обработки геоинформации с использованием вычислительной техники.

6. Математические методы, математическое, информационное, лингвистическое и программное обеспечение для ГИС.

7. Геоинформационное картографирование и другие виды геомоделирования, системный анализ многоуровневой и разнородной геоинформации.

8. Компьютерные геоизображения новых видов и типов, анимационные, мультимедийные, виртуальные и другие электронные продукты.

На заседании 04 октября 2022 года диссертационный совет принял решение:

за новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, включающие:

модели и методики первичной, предварительной и тематической обработки данных видеоспектральной съемки;

модель и методику системного оценивания эффективности оперативного информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора

присудить Кириенко А.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 25.00.35 - Геоинформатика.

При проведении тайного/открытого голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук (отдельно по каждой научной специальности рассматриваемой диссертации), участвующих в заседании, из 19 человек, входящих в совет, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель совета
Д 212.197.03
д.техн.н., профессор



Истомин Евгений
Петрович

Ученый секретарь совета
Д 212.197.03
к.воен.н., доцент

Соколов Александр
Геннадьевич

04 октября 2022 г.

*Подпись С.П. Истомина и А.В. Соколова заверяю,
Проректор по развитию и научной работе*

Леонтьев Д.В.