

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Вагизова Марселя Равильевича на диссертационную работу Кириенко Андрея Васильевича «Модели и методики информационного обеспечения геоинформационной системы поиска техногенного мусора на основе воздушной видеоспектральной съемки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.35 – Геоинформатика

1. Актуальность темы

Диссертация Кириенко А.В. посвящена решению актуальной научно-технической задачи – разработке моделей и методик информационного обеспечения (ИО) ГИС поиска техногенного мусора на основе применения воздушной видеоспектральной съемки, которые в отличие от известных подходов позволят решить конечную задачу идентификации техногенного мусора с требуемым качеством.

В работе рассматривается поиск техногенного мусора в виде отделяемых частей ракетносителей (ОЧ РН) (включая высокотоксичные элементы топливных баков, относящиеся к I классу опасности в соответствии с «Федеральным классификационным каталогом отходов»), образующиеся в ходе проведения запусков. Что в свою очередь требует оперативности работ по ИО ГИС поиска техногенного мусора и последующей ликвидации загрязнений.

В настоящее время для ИО ГИС поиска техногенного мусора используется технология применения воздушной оптико-электронной съемки (ОЭС). Вместе с отработанными методами ее использования, основным недостатком такого подхода является необходимость практически чисто визуального обнаружения фрагментов мусора, значительная часть которого имеет сравнительно небольшие размеры. При этом такие обломки часто маскируются травяным покровом и могут быть разбросаны на весьма значительные площади.

Рассматриваемый в диссертации подход к ИО ГИС поиска построен на применении аппаратуры видеоспектральной съемки (ВСС), в основе которой лежит принципиальная возможность автоматизированного обнаружения фрагментов, отличающихся от окружающего фона своими спектральными характеристиками даже в условиях значительного замешивания элемента разрешения окружающим фоном. Однако для применения ВСС необходимо выполнить ряд до конца не решенных до настоящего времени задач, связанных со сравнительно новым типом используемой ВС аппаратуры, реализующей измерительный режим обработки данных. Рассматриваются следующие задачи обработки данных ВСС:

– в ходе первичной обработки результатов съемки – реализация радиометрической калибровки в полевых условиях, а также обоснованного выбора метода атмосферной коррекции;

– разработке методик предварительной обработки для снижения шумовых искажений. В настоящее время известные подходы не позволяют их качественно применить к результатам ВС съемки (ВСС) из-за искажения спектральной составляющей. Также применение ВСС с аппаратурой сканирующего типа характеризуется наличием геометрических искажений данных в виде высокочастотных флуктуаций строк (в англоязычной литературе – «джиттера»), что также требует разработки новой методики компенсации таких искажений совместно с телеметрическими данными.

– обеспечение качественной тематической обработки данных поиска техногенного мусора, для чего требуется априорный выбор метрик спектрального сравнения применительно к объектам заданного типа. С этой целью необходимо построение специальной имитационной модели, позволяющей в «критических» условиях поиска заранее выбирать метрики и пороги текущего сравнения сигнатур спектральных векторов снимка с опорными характеристиками.

Можно констатировать, что в диссертации действительно рассматривается актуальная научно-техническая задача – разработка моделей и методик информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора на основе применения воздушной видеоспектральной съемки.

2. Выносимые на защиту научные результаты и их новизна, их обоснованность и достоверность, теоретическая и практическая значимость

Соискателем лично получены следующие новые научные результаты:

1. *Модели и методики первичной обработки данных ВСС, включающие: новую модель и методику оценки спектрального разрешения данных 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.*

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 оперативно-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.*

Новизна первого научного результата состоит в:

- разработке новой модели и методики оценки спектрального разрешения аппаратуры ВСС по результатам тестовой съемки, реализуемой путем аналитического сравнения полученных данных с совокупностью расчетов на основе атмосферной модели MODTRAN. На их основе реализована методика радиометрической калибровки, обеспечивающая качественное функционирование средства ВСС в реальных условиях эксплуатации;

- доработке до практического применения модели и методики атмосферной коррекции результатов ВСС с использованием наземных эталонов.

Новизна второго научного результата состоит в:

- адаптации и обосновании модели и методики коррекции случайных шумов и демпфирования полосовых искажений применительно к данным ВСС, позволяющие значительно снизить влияние шумовых возмущений;

- разработке новой модели и методики комбинированной геометрической коррекции данных ВСС, позволяющей демпфировать высокочастотный «джиттер» визуальных образов искомым объектов.

Новизна третьего научного результата состоит в разработке новой имитационной модели геоинформационного представления объектов поиска, процесса формирования и обработки данных ВСС для произвольных условий наблюдения. Обосновано ее применение для предварительной оценки качества ИО ГИС поиска техногенного мусора и на ее основе обоснован выбор и применение метрик тематической обработки данных ВСС для решения задачи поиска техногенного мусора.

Новизна четвертого научного результата состоит в:

- разработке методики системного оценивания эффективности оперативно-го ИО ГИС поиска техногенного мусора, позволяющей провести сравнительную оценку ИО ГИС для двух вариантов построения: на основе использования традиционной аппаратуры ОЭС и с применением ВСС;

- формировании практических рекомендаций по построению ИО ГИС поиска техногенного мусора с применением воздушной ВСС.

Обоснованность результатов и выводов обеспечивается четким определением предметной области, цели и задач исследования, обстоятельным теоретическим анализом выявленной и конкретизированной научной проблемы, строгостью применения научного понятийного аппарата, широкой эмпирической базой исследования, применением апробированных методов исследования.

Достоверность полученных научных результатов определяется и подтверждается: корректным использованием фундаментальных положений системного анализа и информатики; адекватностью математических моделей реальным процессам; успешностью проверки разработанных моделей и методик в результате экспериментов; апробацией и публикациями основных положений диссертации; широким внедрением результатов диссертационного исследования на предприятия оборонной промышленности, учебный процесс географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

Теоретическая значимость работы определяется:

- разработанной новой методикой оценки спектрального разрешения ВС аппаратуры и на ее основе построения методики радиометрической калибровки, реализуемой путем применения тестовой съемки с использованием атмосферной модели MODTRAN, позволяющих осуществлять качественную коррекцию данных ВСС непосредственно в полевых условиях;

- проведением адаптации методики компенсации полосовых искажений и случайных шумов к обработке данных ВСС, обеспечивающей повышение качества исходных данных без искажения спектральных составляющих сигналов;

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

- разработанной новой оригинальной имитационной моделью геоинформационного представления объектов поиска, процесса формирования и обработки данных ВСС применительно к решению тематической задачи поиска объектов техногенного мусора;

- разработанной методикой системного оценивания эффективности оперативно-го ИО ГИС поиска техногенного мусора.

Практическая значимость 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 традиционных данных ОЭС и с применением ВСС;

– в разработке практических рекомендаций по построению ИО ГИС поиска техногенного мусора с применением воздушной ВСС.

Практическая значимость диссертации подтверждена 7-ю свидетельствами о регистрации в Государственном реестре программ

Материалы диссертации Кириенко А.В. рекомендуется использовать для совершенствовании ИО ГИС поиска техногенного мусора, в том числе отделяемых частей ракетносителей, образующихся в ходе пусков с космодромов.

3. Соответствие диссертации техническим требованиям

Диссертация и автореферат написаны технически грамотным языком, текст работы с достаточной полнотой иллюстрирован. Сформулированные соискателем Кириенко А.В. тема, задачи и результаты изложены в логической последовательности и взаимосвязаны друг с другом. Диссертация оформлена в традиционном плане и включает введение, пять глав, заключение, список использованных источников общим объемом в 151 страницу.

Содержание автореферата раскрывает и соответствует содержанию диссертационной работы.

Область исследований и основные научные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 25.00.35 – «Геоинформатика».

Результаты работы докладывались на 2-х всероссийских научно-практических конференциях: «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве», Санкт-Петербург, 16-17 сентября 2015г.- СПб.: ФГБНУ АФИ, 2015 (2 доклада), «Геоинформационные науки и экологическое развитие: новые подходы, методы, технологии» - материалы VI международной конференции (8-13 сентября 2013г.) - г. Ростов-на-Дону, 2013.

Полученные в диссертации научные результаты внедрены в программно-алгоритмическое обеспечение в рамках опытно-конструкторской работы «Питатель» (головной исполнитель Санкт-Петербургский филиал АО «Вега», заказчик работы – Министерство промышленности и торговли РФ), использовались в обеспечение 3-х научно-исследовательских работ по специальной тематике в интересах МО РФ; применялось в ходе научного эксперимента по обнаружению ОЧ РН на тестовом полигоне для оценки возможностей решения экологической задачи поиска фрагментов техногенного мусора; использованы в учебном процессе подготовки студентов географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

Основные научные результаты диссертации с необходимой полнотой опубликованы в 20 работах, включая 6 статей из перечня изданий, рекомендованных ВАК, 4 подраздела в монографии, 3 работы в материалах всероссийских научно-технических конференций. В числе опубликованных работ также 7 свидетельств о регистрации в Государственном реестре программ.

4. Замечания по диссертации и автореферату

Работа не лишена недостатков. Основными из них являются:

1. В выведенной общей схеме оперативного информационного обеспечения ГИС поиска техногенного мусора (п.1.5) на основе данных ВСС одно из ключевых мест занимает БД эталонных спектральных характеристик поверхностей объектов, однако не приведена ее структура и состав, не определена ее значимость для конечной задачи поиска техногенного мусора.

2. В обосновании использования данных ВСС для задачи поиска техногенного мусора приводится возможность автоматической идентификации мусора, однако в приводимых результатах обработки это никак не описано, в конечном итоге не понятно – какие методики выполняются в автоматическом режиме, а какие требуют участие оператора.

3. Результаты по новой методике оценки спектрального разрешения валидированы на малом количестве реальных приборов.

4. Не указаны наиболее подходящие типы масштабов для оптимальной высоты видеоспектральной съемки для поиска техногенного мусора.

Выводы:

1. Указанные недостатки не носят принципиального характера и не снижают общий уровень работы, не ставят под сомнение новизну и достоверность полученным автором научных результатов.

2. Диссертационная работа Кириенко А.В. является завершенной научной квалификационной работой, выполненной единолично автором и имеющей научную и практическую ценность. Она содержит решение важной научно-технической задачи разработки моделей и методик информационного обеспечения ГИС поиска

техногенного мусора на основе применения воздушной видеоспектральной съемки.

3. Диссертация отвечает требованиям Положения «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям и паспорта специальности 25.00.35 – «Геоинформатика», а ее автор, КИРИЕНКО Андрей Васильевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Вагизов Марсель Равильевич

Кандидат технических наук, 25.00.35 – Геоинформатика (Науки о Земле)

Доцент, 25.00.35 – Геоинформатика (Науки о Земле)

Заведующий кафедрой информационных систем и технологий

Института леса и природопользования

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова»

Санкт-Петербург, Институтский пер. д. 5, лит. Б

<https://spbftu.ru/>

e-mail: public@spbftu.ru

раб. тел.: 8-812-670-93-80

Я, Вагизов Марсель Равильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«06» сентября 2022 г.

М.П.



инициальную подпись
Вагизова М.Р.
Ф.И.О.
Управление по кадрам
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический
университет имени С.М. Кирова»
удостоверяет
Руслан Юрьевич Шибанин
« 06 » 09 2022 г.