

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина»



(ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина»,
ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Рязанский
государственный радиотехнический
университет имени В. Ф. Уткина»,
докт. физ.-мат. наук

Михаил Викторович
Чиркин

« 10 » 11 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Щелокова Евгения Алексеевича «Информационно-измерительная система бесконтактного оптоэлектронного двулучевого времяпролетного определения вектора скорости движения микрометеороидов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы»

Актуальность темы

Потоки микрометеороидов естественного происхождения, проходящие в околоземное пространство, представляют собой источник существенной опасности для космической техники и космонавтов. Ввиду их высокой скорости (20-30 км/с для спорадических метеороидов и до 72 км/с для метеороидов метеорных потоков) энергия воздействия на космические объекты весьма велика. Воздействие потоков микрометеороидов приводит к ускоренному старению и износу критических элементов

конструкции и устройств, к сокращению срока эксплуатации космического аппарата в целом.

В связи с этим необходимо наличие информационно-измерительных систем, способных в реальном времени определять параметры движения метеороидов вблизи космических аппаратов и выявлять степень их опасности.

Таким образом, задача разработки методов и информационно-измерительных систем для определения параметров опасных метеороидов является достаточно актуальной.

Оценка содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов и рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, библиографического списка из 117 наименований. Общий объем диссертации составляет 148 страниц, 56 иллюстраций, 2 приложения.

Во введении описан объект исследования, обоснована актуальность выбранной темы, сформулирована цель и аргументирована научная новизна исследований, показана теоретическая и практическая значимость полученных результатов, представлены выносимые на защиту научные положения и сведения об апробации работы и публикациях.

В первой главе рассматривается состояние теории и практики в области информационно-измерительных систем (ИИС) определения параметров движения объектов, выполнена классификация систем. Предложен вариант модификации структурной схемы и принцип работы бесконтактной оптоэлектронной ИИС для определения параметров движения микрометеороидов. Определены этапы исследования и ожидаемые результаты.

С учетом поставленной цели и решаемых задач разработана и проанализирована структурная схема бесконтактной оптоэлектронной ИИС для определения компонент вектора скорости движения микрометеороида.

Система измеряет координаты и время пролета объекта через зону регистрации из группы координатно-чувствительных плоских световых завес, формируемых лазерными источниками излучения, отражающими пластинами и фотоприемниками.

Проведен анализ достоинств и недостатков ИИС подобного типа.

Во второй главе описывается предложенный автором модифицированный метод двулучевого встречно-параллельного времяпролетного определения скорости микрометеороидов. Расширение количества и диапазонов определяемых параметров обусловлено измерением интервалов лучепрерывания в зоне регистрации из группы

пространственно смещенных взаимно параллельно и ортогонально ориентированных плоских световых завес с большой площадью.

Разработан ряд математических соотношений, связывающих параметры микрометеороидов и модифицированных зон их регистрации, учитывающих геометрические размеры, скорость микрометеороида и основные конструктивные параметры зоны регистрации, которые составили математическую модель ИИС.

Разработан алгоритм определения параметров микрометеороидов.

В третьей главе на основе математической модели взаимодействия микрометеороида с зоной регистрации разработана методика анализа погрешности определения его вектора скорости, а также пути улучшения метрологических характеристик предложенных автором решений.

В четвертой главе приведен макетный образец разработанной системы, приведены результаты экспериментальных исследований.

Произведена имитация на зеркальной поверхности частиц, соизмеримых по линейному размеру с лазерным лучом.

Полученные результаты исследования лабораторного макета ИИС с двумя зонами регистрации метеороидов сопоставимы с теоретическими.

Показана возможность создания промышленного образца бесконтактной оптоэлектронной ИИС, реализующей метод двулучевого встречно-параллельного времяпролетного определения параметров движения микрометеороидов.

В заключении подводятся общие итоги диссертационной работы, комментируются перспективы дальнейшего развития исследований, перечисляются сферы возможного применения результатов диссертации.

Диссертация структурирована и технически грамотно оформлена. Материал изложен в логически последовательной форме, по каждой главе и работе в целом сделаны содержательные выводы. Стиль изложения соответствует принятым в научно-технической литературе нормам.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертации в первую очередь состоит в разработке двулучевого времяпролетного оптоэлектронного измерения вектора скорости объектов. В процессе разработки автором предложен вариант самодиагностики системы; разработаны математические модели взаимодействия зон регистрации микрометеороидов и непосредственно объектов, чьи параметры движения необходимо измерить; методика формирования зон регистрации микрометеороидов, позволяющая в отличие от известных аналогов измерять все три координаты мест прерывания плоских световых

завес микрометеороидом; методика измерения параметров вектора скорости микрометеороидов, что существенно снижает погрешность измерений.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость определяется повышением безопасности космической техники за счет сбора статистических данных о космическом мусоре и прочих объектах космоса.

Созданы действующие макетные образцы бесконтактной оптоэлектронной ИИС определения вектора скорости микрометеороидов построены на отечественной элементной базе, что позволяет реализовать промышленный образец системы с заданными функциональными и метрологическими характеристиками при проектировании оборудования космических аппаратов.

Результаты работы апробированы в экспериментах на стендовом макете АО «РКЦ «Прогресс», а также внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет».

Новизна и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждены апробацией на Международных и Всероссийских научных конференциях, и нашли отражение в 15 опубликованных работах, включая 3 статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК РФ, 1 статью, индексируемую базой SCOPUS, 1 патент.

Внедрение результатов работы.

Варианты разработанных математических моделей и результаты исследования бесконтактной оптоэлектронной ИИС преобразования вектора скорости микрометеороида реализованы в АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» (г. Самара) на стенде для регистрации параметров движения микрометеороидов с перспективой введения в состав оборудования космических аппаратов, а также внедрены в учебный процесс ФГАОУ ВО «Самарский научно-исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (г. Самара).

Рекомендации по практическому использованию результатов диссертационной работы

Полученные результаты, выводы и рекомендации имеют практическую направленность, обладают научной новизной и могут использоваться при создании промышленного образца бесконтактной оптоэлектронной ИИС, реализующей метод двулучевого встречно-параллельного времяпролетного определения параметров движения микрометеороидов. Также результаты диссертации могут получить применение в следующих актуальных научно-практических приложениях:

- при решении задачи астроориентации космических аппаратов по звездам (для отбраковки звезд от космического мусора и микрометеороидов);
- при создании специализированных астрокаталогов звезд;
- при создании систем безопасности космических аппаратов (спутников ДЗЗ, МКС и др.).

Соответствие диссертации научной специальности

Диссертационное исследование по разработке информационно-измерительной системы бесконтактного оптоэлектронного двулучевого времяпролетного определения вектора скорости движения микрометеороидов соответствует пунктам 2 и 3 паспорта специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Замечания по диссертационной работе

1. Не оценены погрешности измеряемых компонентов скоростей.
2. Не указано расстояние, на котором должна располагаться ИИС от космической техники для отсутствия экранирования и обеспечения возможности изменения параметров орбиты.
3. Не оценено достижимое быстродействие ИИС и возможные измеряемые параметры движения, при этом в описании указаны критические значения параметров движения микрометеороидов.
4. В моделях спорадических метеороидов максимальная скорость микрометеороидов принимается за 20 км/с. Однако в работе указана скорость 30 км/с. При этом у метеорного потока Персеиды скорость составляет 60 км/с, а максимально возможная 72 км/с.

Выводы

Указанные замечания несколько снижают научно-практическую значимость работы но не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку в целом.

Диссертационная работа Е.А. Щелокова является законченной научной квалификационной работой, в которой автором получено решение актуальной научно-прикладной задачи - измерение в реальном времени компонентов вектора скорости и геометрических размеров опасных микрометеороидов в расширенном диапазоне скоростей и углов пролета относительно космических аппаратов в околоземном пространстве.

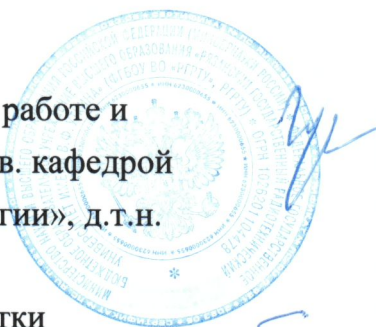
Автореферат отражает основное содержание диссертации, а её текст соответствует содержанию автореферата.

Диссертационная работа «Информационно-измерительная система бесконтактного оптоэлектронного двулучевого времяпролетного определения вектора скорости движения микрометеороидов» соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Щелоков Евгений Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Отзыв обсужден на заседании научно-технического совета ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина» протокол от 27.10.2023.

Отзыв подготовили:

Проректор по научной работе и инновациям РГРТУ, зав. кафедрой «Космические технологии», д.т.н.



Гусев
Сергей Игоревич

Директор НИИ обработки аэрокосмических изображений РГРТУ (НИИ «Фотон»), д. т. н.

Еремеев
Виктор Владимирович

Ведущий научный сотрудник НИИ «Фотон» РГРТУ, д.т.н.

Муртазов
Андрей Константинович

Контактная информация:

Гусев Сергей Игоревич, д. т. н., проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина», заведующий кафедрой «Космические технологии», д.т.н. 390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1; тел.: (4912) 72-03-02, e-mail: foton@rsreu.ru.

Еремеев Виктор Владимирович, д. т. н., директор Научно-исследовательского института обработки аэрокосмических изображений ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина». 390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1; тел.: (4912) 72-03-72, e-mail: foton@rsreu.ru.

Муртазов Андрей Константинович, д.т.н., ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института обработки аэрокосмических изображений ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина». 390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1; тел.: (4912) 72-03-72, e-mail: foton@rsreu.ru.