

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
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 работы

Потоки микрометеоритов естественного происхождения и космического мелкодисперсного мусора, находящиеся в околоземном пространстве, представляют собой источник опасности для космической техники. Энергия взаимодействия с обшивкой при соударении космических аппаратов с микрометеороидами довольно велика. Подобные воздействия на материалы приводят к их существенному износу или разрушению, что значительно сокращает срок эксплуатации изделий в космосе.

В связи с участвовавшими случаями проявления подобных воздействий наличие информационно-измерительной системы (ИИС), способной в реальном времени определять направление и скорость движения микрометеороидов позволит выявить степень их опасности и вовремя отвести возможные угрозы. Таким образом, задача разработки метода и устройства для анализа параметров движения быстродвижущихся малых объектов в космосе является актуальной.

Оценка содержания работы

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

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

В первой главе рассматривается состояние современной теории и дается обзор практических достижений в области ИИС определения параметров движения объектов, выполнена их классификация. Предложен вариант модифика-

ции структурной схемы и принцип работы бесконтактной оптоэлектронной ИИС для определения параметров движения микрометеороидов. Определены этапы исследования и ожидаемые результаты.

С учетом поставленной цели и сформулированных задач разработана и проанализирована структурная схема бесконтактной оптоэлектронной ИИС для определения трех компонент вектора скорости.

Система позволяет измерить координаты и время пролета через плоские световые завесы, представляющие собой зону регистрации микрометеороидов, формируемую лазерными источниками излучения, с помощью отражающих пластин, а также реагирующие выходными параметрами фотоприемников. Проведен анализ достоинств и недостатков ИИС различных типов.

Во второй главе описывается предложенный автором модифицированный метод, основанный на двулучевом встречно-параллельном времяпролетном определении параметров движения микрометеороидов. Расширение количества и диапазона измеряемых параметров достигнуто за счет оценивания интервалов времени, когда луч от источника не попадает на приемник в зоне регистрации микрометеороидов. Сама зона регистрации представляет собой смещенные относительно друг друга взаимно параллельные и ортогонально ориентированные плоские световые завесы.

Разработаны математические соотношения, связывающие взаимодействие микрометеороидов: их скоростные характеристики и модифицированные зоны регистрации, учитывающие геометрические размеры, скорость микрометеороидов и основные конструктивные параметры световых завес. Разработан алгоритм определения параметров движения микрометеороидов.

В третьей главе на основе математической модели взаимодействия микрометеороидов и плоских световых завес проведен анализ погрешности определения вектора скорости, а также пути улучшения этих показателей в предложенном автором решении.

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

Произведена имитация возможных дефектов и недостатков конструктивного исполнения. Рассмотрены варианты конструктивной стабилизации световых завес.

Получены результаты исследования лабораторного макета с двумя зонами регистрации, которые в целом подтвердили теоретические выводы. Показана возможность создания образца бесконтактной оптоэлектронной ИИС, реализующей предложенный метод.

В заключении подведены общие итоги диссертационной работы, предложены дальнейшие пути развития исследований, перечислены сферы возможного применения результатов работы.

Диссертация технически грамотно оформлена. Материалы изложены структурировано, обосновано. По каждой главе и работе в целом сделаны краткие и содержательные выводы. Стиль изложения научный и грамотный.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертации в первую очередь состоит в разработке метода двулучевого времяпролетного оптоэлектронного измерения вектора скорости объектов с помощью бесконтактной оптоэлектронной ИИС. Также автором предложен вариант самодиагностики системы, разработаны математические модели взаимодействия зон регистрации микрометеороидов и непосредственно объектов, чьи параметры движения необходимо измерить.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость характеризуется повышением безопасности космической техники за счет сбора статистических данных о космическом мусоре и прочих объектах космоса. Результаты работы внедрены в учебный процесс в Самарском национальном исследовательском университете, а также апробированы на стендовом макете в АО «РКЦ «Прогресс».

Научная 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.

Объективность и достоверность полученных автором диссертации результатов подтверждается согласованностью результатов большого количества проведенных измерений в экспериментальных исследованиях и теоретических положений.

Рекомендации по практическому использованию результатов работы

Полученные результаты, выводы, рекомендации имеют практическую направленность, обладают научной новизной и могут быть использованы при создании опытного образца ИИС, реализующей предложенный автором метод определения параметров движения микрометеороидов.

Соответствие научной специальности

Представленная диссертация соответствует паспорту специальности 2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие системы; соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а также паспорту специальности по пунктам 2 и 3.

Замечания по диссертационной работе

1. Работа изобилует аббревиатурами, что очень затрудняет ее понимание читателю, непосредственно незнакомому со спецификой данной работы.

2. На с. 22 работы используется жаргонное выражение «интервал запира-ния лазерного луча».

3. На с. 24 непонятная фраза «есть существенный недостаток – рост вероятности пропуска объекта с увеличением интервала отсутствия светового луча». Даже если это просто опечатка, то всё равно непонятно, что такое «интервал отсутствия светового луча».

4. На рис. 2.7 (с. 40) неудачно выбраны подписи по оси абсцисс. Логичнее было бы отображать не градусы, а их десятые доли.

5. При описании рис. 2.15 с. 57-58 автор молчаливо полагает, что читатель хорошо знаком с устройством зоны регистрации микрометеороидов, поэтому опускает важные детали предлагаемой схемы, что не позволяет точно (без дополнительных догадок) понять сути рассматриваемого явления. В частности совершенно непонятно, где проходит движение микрометеороида (вектор V_M) относительно показанных пластин.

6. При расчете среднеквадратической инструментальной погрешности (формула (3.3) с. 69) автор делает предположение о нормальности отдельных составляющих этой погрешности. На мой взгляд, это предположение необязательное, потому что инструментальная погрешность E_{Σ} (формула (3.2)) получается в результате суммирования большого числа составляющих погрешности, малых по величине. Поэтому величина E_{Σ} будет хорошо описываться нормальным законом распределения в соответствии с центральной предельной теоремой. Формула (3.3) остается справедливой для любых законов распределения суммируемых независимых случайных величин, если только их математические ожидания равны нулю. Равенство нулю математических ожиданий составляющих погрешностей автор не оговорил.

7. Цитата со с. 87 «... частотный спектр случайной составляющей погрешности измерений текущих значений должен быть значительно более высокочастотным по отношению частотного спектра процесса изменения измеряемой величины». На мой взгляд, крайне вычурное выражение, которое вполне можно изложить простым научным русским языком.

8. Ниже на этой же странице автор говорит о возможности снижения случайных погрешностей измерений за счет использования многократных измерений и усреднения их результатов, но не описано, какие многократные измерения могут быть выполнены и как их усреднять.

9. На с. 99 вводится функция Φ (3.39), но не объяснено, что она означает.

10. Не объяснено, откуда взяты неочевидные формулы (3.43) и (3.44).

11. На с. 100 автор приводит следующую фразу: «Для каждого из углов первоначального положения лазера построено множество моделей (для измерений от 10 до 10000 точек), в каждом из которых вычислялось количество попаданий частицы непосредственно в световую завесу относительно частиц, попавших в плоскость устройства». Она используется при описании модельного эксперимента по методу Монте-Карло, но из нее совершенно непонятно, что делал автор.

Выводы

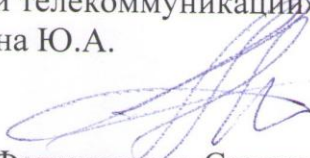
Однако указанные замечания не снижают научной и практической значимости проделанных автором исследований.

Диссертационная работа Щелокова Е.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой автором предложено и доказана возможность реализации актуальной научно-прикладной задачи — измерения параметров движения мелкодисперсных частиц и космического мусора в околоземном пространстве, представляющего опасность для космической техники.

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 её автор — Щелоков Евгений Алексеевич — заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор кафедры
«Радиоэлектроника и телекоммуникации»
СГТУ имени Гагарина Ю.А.



Алексей Арленович Львов

410054, Российская Федерация, г. Саратов,
ул. Политехническая, 77.
Телефон: +7(917)5015675.
E-mail: alvova@mail.ru.

Специальности, по которым защищена диссертация д.т.н. Львова А.А.:
05.11.16: Информационно-измерительные и управляющие системы (по отраслям);
05.13.18: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Подпись профессора А.А.Львова заверяю.
Ученый секретарь Ученого совета Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А»



23.11.2023 г.

Анжелика Владимировна Потапова

