

**ОТЗЫВ** официального оппонента  
на диссертационную работу **Евгения Алексеевича ЩЕЛОКОВА**  
**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕСКОНТАКТНОГО**  
**ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ДВУЛУЧЕВОГО ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ**  
**ВЕКТОРА СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ МИКРОМЕТЕОРОИДОВ**  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.2.11 – «Информационно-измерительные и управляющие системы»

---

На оппонирование представлена диссертационная работа на 148 листах, из которых основной текст составляет 128. Структурно работа организована в виде четырех глав, которым предшествует Введение, а после идут Заключение, Список сокращений и условных обозначений, Список литературы (117 наименований) и два приложения.

**Работа спланирована** как последовательное решение ряда задач.

*Цель работы* обозначена во Введении как обеспечение безопасности космических аппаратов с помощью расширения функциональных возможностей и снижения погрешности ИИС бесконтактного оптоэлектронного времяпролетного измерения вектора скорости микрометеороидов в окрестности орбит.

*В первой главе* диссертации «Обзор информационно-измерительных систем и устройств измерения параметров движения микрометеороидов» автором на 27 страницах представлен обзор состояние теории и практики в области информационно-измерительных систем (ИИС) определения параметров движения объектов, проведена классификация известных систем. Предложен вариант структуры бесконтактной оптоэлектронной ИИС определения параметров движения микрометеороидов. Сформулированы задачи исследования.

*Во второй главе* «Математическое моделирование формирования световых завес, зон регистрации и их взаимодействия с микрометеороидами при определении геометрических параметров и вектора скорости» (32 стр.) рассмотрены принципы построения координатно-чувствительных плоских световых завес и зоны регистрации микрометеороидов и предложен метод двулучевого встречно-параллельного времяпролетного измерения вектора скорости микрометеороидов, разработана математическая модель взаимодействия микрометеороидов и зон их регистрации.

*Третья глава* «Метрологические характеристики бесконтактной оптоэлектронной ИИС определения скорости микрометеороидов и методы их улучшения» (18 стр.) посвящена разработке методики анализа погрешности определения вектора скорости микрометеороидов на основе математической модели их взаимодействия с зоной регистрации. Исследованы пути улучшения метрологических характеристик предложенного подхода.

*В четвертой главе* «Экспериментальные исследования компьютерной модели и лабораторного макета БОЭ ИИС определения вектора скорости микрометеороидов» (18 стр.) представлены материалы, иллюстрирующие макетный образец разработанной системы, приведены результаты экспериментальных исследований.

**Новыми научными положениями диссертации**, представляющими наибольший интерес, является:

- двухлучевой метод времяпролетного определения параметров движения микрометеороидов, позволяющий получать в реальном времени оценки значений всех компонент вектора скорости и геометрических размеров микрометеороидов, и связанная с ним методика формирования зон регистрации микрометеороидов, основанная на использовании групп плоских световых завес из спектрально разнесенных парных встречно-параллельных лазерных лучей микронного диаметра.

- математическая модель взаимодействия микрометеороидов и зон их регистрации, учитывающая геометрические размеры, скорость микрометеороидов и конструктивные параметры зон регистрации, что позволяет оптимизировать параметры конструкции зон.

**Обоснованность научных положений и выводов.** Предложенный в диссертационном исследовании метод и методика, его реализующая, имеют теоретическое обоснование и не противоречат существующим решениям других авторов. Достоверность проведенного исследования подтверждается адекватностью математической модели, которая проверена сравнением результатов, полученных теоретически и экспериментальным путем, с использованием аттестованных средств измерения. Обоснованность полученных в работе научных результатов, положений и выводов подтверждается участием Щелокова Е.А. в 11 всероссийских и международных конференциях, а также 15 публикациями результатов работы, среди которых 3 работы в изданиях, рекомендуемых ВАК, 1 – в индексируемых в Scopus, и патентом, на способ создания беспроводной сети, содержащей множество устройств.

#### **Значимость результатов диссертации для науки и практики**

К результатам и выводам диссертационной работы, имеющим теоретическую значимость, можно отнести разработку нового двухлучевого метода времяпролетного определения в реальном времени компонент вектора скорости и геометрических размеров микрометеороидов и математической модели взаимодействия микрометеороидов и зон их регистрации, учитывающей геометрические размеры, скорость микрометеороидов и конструктивные параметры зон регистрации, что дает базу оптимизации параметров конструктивного исполнения зоны регистрации.

К результатам и выводам диссертационной работы, имеющим практическую значимость, следует отнести разработку макетных образцов бесконтактной оптоэлектронной ИИС определения вектора скорости объекта интереса, полученные результаты экспериментов и моделирования, подтверждающие возможность потенциальной реализации промышленного образца ИИС с заданными функциональными и метрологическими характеристиками. Практическая значимость подтверждается и использованием результатов исследования на стенде для регистрации параметров движения микрометеороидов в АО «РКЦ «Прогресс» (г. Самара).

Считаю, что исследования по теме диссертации могут быть продолжены и развиты, в том числе в сотрудничестве с теми же организациями, где результаты уже использованы.

**Соответствие автореферата диссертации.** Автореферат соответствует диссертации и в достаточной мере отражает результаты и выводы диссертационной работы.

**Основные положения,** выносимые на защиту, обсуждались на научных конференциях и достаточно широко опубликованы.

**Мнение о работе в целом.** В работе сформулирована и решена актуальная задача разработки принципов работы и конструкции ИИС бесконтактного определения вектора скорости движения и размеров микрометеороидов на основе предложенного двухлучевого метода времяпролетного определения параметров их движения. Разработана математическая модель взаимодействия микрометеороидов и зон их регистрации, учитывающая размеры, скорость микрометеороидов и конструктивные параметры зон регистрации, что потенциально позволяет оптимизировать параметры конструкции ИИС.

В качестве **замечаний** по работе следует отметить следующие.

1. Обозначенная цель работы (обеспечение безопасности космических аппаратов) существенно шире содержания диссертации. Диссертация направлена на расширение функциональных возможностей и снижение погрешности ИИС бесконтактного оптоэлектронного измерения вектора скорости микрометеороидов, что потенциально может быть одной из составляющих обеспечения безопасности космических аппаратов.

2. Используемое автором название предложенного метода «модифицированный метод двухлучевого времяпролетного определения параметров движения микрометеороидов» неудачное, т.к. в работе предложена не модификация известного двухлучевого метода (известен однолучевой метод определения вектора скорости при движении объекта через световые завесы из лазерных лучей), а новый двухлучевой метод времяпролетного определения параметров движения микрометеороидов. «Времяпролетность» здесь - это принцип использования временных сечений, на котором основан метод.

3. Недостаточно уделено внимания описанию важнейшей составляющей разработанных математических моделей – исследованию их адекватности, связи теоретических результатов с полученными модельными и экспериментальными результатами, сделанными допущениями, погрешностями каждой из компонент скорости и т.д.

4. Раздел 2.4. «Математическая модель взаимодействия микрометеороида с зоной регистрации из группы плоских световых завес без функции измерения координат» второй главы не соответствует ее цели и задачам. Автор, возможно, хотел показать еще и другой наработанный материал, который целесообразнее было бы вынести в приложение.

5. Диссертация и автореферат перегружены аббревиатурами, что затрудняет восприятие материала.

6. Недостаточно уделено внимания анализу погрешности оценок каждой из компонент скорости микрометеороида.

7. Из более «мелких» замечаний можно отметить, например, :

- погрешность дискретизации АЦП вначале (стр. 65) предполагается имеющей равномерное распределение (какой она и является), а затем - гауссово (стр. 69).

- непонятно, зачем в формуле (2.8) введено двойное обозначение:  $dx=bx\max$ ;

- в диссертации не раскрывается используемое автором понятие «родственных координаточувствительных завес»;

- в названиях глав и разделов используются аббревиатуры;

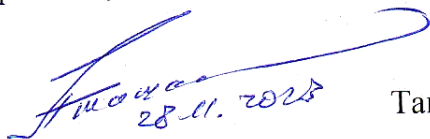
- не расшифрованы все сокращения диссертации (например, БОЭ) и обозначения (например, в формуле (2.2.7));

- если количество грамматических ошибок в тексте диссертации вполне можно назвать допустимым, то пунктуационных – уже вряд ли, особенно после формул.

Отмеченные замечания не влияют на значимость и достоверность теоретических и практических результатов диссертации, выносимых на защиту. Анализ работы позволяет сделать вывод, что диссертация Е.А. Щелокова является законченным оригинальным научно-квалификационным исследованием. Представленный в автореферате и диссертации материал структурирован и аккуратно оформлен, изложение соответствует научным стандартам и подкреплено соответствующим иллюстративным и графическим материалом. Основные положения обоснованы и подтверждены результатами экспериментальных исследований. По каждой главе и работе в целом сделаны выводы. Полученные результаты диссертационной работы отражены в печати.

**Заключение.** В диссертационной работе Е.А. Щелокова «Информационно-измерительная система бесконтактного оптоэлектронного двухлучевого времяпролетного определения вектора скорости движения микрометеороидов» решена научно-техническая задача разработки основных принципов работы и конструктивных элементов ИИС бесконтактного определения вектора скорости движения и размеров микрометеороидов на основе предложенного двухлучевого метода времяпролетного определения параметров их движения. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.2.11 – «Информационно-измерительные и управляющие системы» (пп. 2 и 3) и отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор, Щелоков Евгений Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук.

Директор НИЦ обработки цифровых сигналов и изображений «Сигнал»  
Ульяновского государственного  
технического университета,  
д.т.н., профессор

  
28.11.2025

Ташлинский Александр Григорьевич

#### Контактная информация

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

Адрес: 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.

Сайт: <http://www.ulstu.ru>.

Телефон.: 8 (8422) 778-511

E-mail: [tag@ulstu.ru](mailto:tag@ulstu.ru)

Подпись Ташлинского А.Г. заверяю:

Личную подпись Ташлинского А.Г. заверяю  
Начальник управления кадрового обеспечения  
