

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Телегина Алексея Михайловича на тему «Разработка методик, экспериментальных установок и бортовых приборов для регистрации параметров микрометеороидов и частиц космического мусора», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики» (технические науки).

Актуальность темы диссертационного исследования.

Тема диссертации А. М. Телегина посвящена решению важной научно-технической проблемы – повышению достоверности и информативности регистрации параметров высокоскоростных микрочастиц (микрометеороидов и частиц космического мусора) в околоземном космическом пространстве. Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку техногенное засорение орбиты Земли непрерывно растёт, а существующие модели пространственно-временного распределения мелких частиц (размером менее 1 см) обладают недостаточной точностью. Это вынуждает разработчиков космических аппаратов закладывать избыточные запасы прочности, что удорожает аппараты, либо использовать устаревшие модели, не учитывающие резкий рост техногенного засорения за последние годы. Создание новых методов и бортовых приборов, способных работать в реальном времени на малых космических аппаратах, является насущной задачей для обеспечения надежности и экономической эффективности космических миссий, что и определяет высокую актуальность представленной работы.

Научная новизна и основные результаты.

Соискателем Телегиным А.М. получен ряд значимых научных результатов, обладающих несомненной новизной.

Разработана оригинальная методика регистрации ударов микрочастиц на основе частотного анализа отклика плёночных микрополосковых структур. В отличие от традиционных схем с мультиплексированием, предложенный подход позволяет определять место разрыва проводника без использования громоздких электронных узлов, что существенно снижает массогабаритные характеристики датчиков.

Создан и экспериментально исследован ряд приборов ионизационного типа, включая датчик с нитяными электродами, пластинчатыми электродами и комбинированной системой электродов, позволившей снизить входную ёмкость на 15–20% при сохранении высокой эффективности сбора ионов. Получены важные экспериментальные зависимости заряда ионов от скорости и материала мишени (медь, сталь, АМГ6), которые могут быть использованы для интерпретации данных космических экспериментов.

Предложена и обоснована методика комплексной регистрации параметров заряженных микрочастиц (массы, вектора скорости и заряда) на основе модульного сеточного прибора. Автором впервые получена аналитическая формула для описания формы наведённого импульса на двух непараллельных сеточных электродах, что является новым шагом в теории индукционных датчиков.

Предложена методика математической обработки экспериментальных данных, получаемых от прибора оригинальной конструкции, предназначенного для измерения в электромагнитном ускорителе отклонения микрочастицы от заданной траектории, с модифицированной системой регистрации в виде трех электродов, расположенных на окружности, сосной оси ускорителя микрочастиц. Суть методики заключается в расчёте весовых коэффициентов для данных с каждого электрода при единичном потенциале на одном и нулевом потенциале на остальных, что позволяет по трём измеренным напряжениям с электродов восстановить положение микрочастицы.

Входящий № 206-Р/66
Дата 01 ОКТ 2026
Самарский университет

Разработана конструкция экспериментальной установки в виде макета МКА с плёночной структурой «металл-диэлектрик-металл» большой площади (порядка 1 м²) и системой активной магнитной ориентации.

Теоретическая и практическая значимость.

Установлены зависимости выходных сигналов регистрирующей аппаратуры от параметров микрометеороидов и частиц космического мусора при их соударении с чувствительными элементами разработанных приборов, что позволяет повысить достоверность интерпретации получаемых данных. Были разработаны и изготовлены экспериментальные образцы приборов для регистрации параметров микрометеороидов и космического мусора, отличающиеся повышенной чувствительностью и помехозащищённостью. Один из разработанных приборов, установленный на малом космическом аппарате «АИСТ-1Т», успешно прошел испытания и обеспечил получение данных космического эксперимента.

Работа имеет выраженную практическую направленность. Разработанные автором приборы и методики доведены до экспериментальных образцов и прошли испытания, в том числе в составе бортовой научной аппаратуры «МЕТЕОР» на малом космическом аппарате «АИСТ-1Т». Полученные в ходе космического эксперимента данные подтверждают работоспособность предложенных решений. Результаты диссертации использованы в ряде НИОКР, что подтверждает их высокую востребованность. Практическая ценность также заключается в возможности прогнозирования результатов столкновения высокоскоростных частиц с элементами конструкции КА и разработки мер защиты.

Достоверность результатов.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием теоретических методов (теория электрических цепей, теорема Рамо-Шокли), воспроизводимостью экспериментальных данных, полученных на сертифицированном оборудовании (электродинамический ускоритель микрочастиц, векторный анализатор цепей), а также согласованием с результатами других авторов и апробацией на международных и всероссийских конференциях. Публикации автора (103 работы, включая 41 статью в рецензируемых журналах, 35 патентов РФ) в полной мере отражают содержание диссертации.

Замечания по автореферату.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате недостаточно подробно освещён вопрос влияния деградации плёночных структур «металл-диэлектрик-металл» под воздействием длительного пребывания в открытом космосе на точность регистрации параметров частиц.
2. Не указано давление в вакуумной камере при проведения испытаний. Этот параметр важен для проведения ионизационных измерений.
3. В автореферате отсутствует информация об интерфейсах и форматах обмена данными с контрольно-поверочной аппаратурой.

Данные замечания не снижают общей высокой оценки работы.

Заключение.

Диссертационная работа Телегина Алексея Михайловича «Разработка методик, экспериментальных установок и бортовых приборов для регистрации параметров микрометеороидов и частиц космического мусора» является законченной научно-

E-mail: illuminator84@yandex.ru