

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Телегина Алексея Михайловича «Разработка методик, экспериментальных установок и бортовых приборов для регистрации параметров микрометеороидов и частиц космического мусора», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

Актуальность направления, тематики и полученных в ходе диссертационного исследования научных результатов Телегина А.М. обосновывается необходимостью повышения достоверности прогнозирования столкновений космических аппаратов с мелкими некаталогизируемыми частицами (размером менее 1 см), которые, несмотря на свою малость, представляют реальную угрозу для дорогостоящего бортового оборудования. Тема совершенствования методов и средств регистрации высокоскоростных микрочастиц в диссертации Телегина А.М. раскрывается решением возникающей научно-практической задачи — создания комплекса методик и приборов для регистрации параметров микрочастиц. В этом направлении автор формулирует цель и задачи своего исследования.

Детальная проработка поставленных задач, правильный подбор и корректное применение методов позволяют автору получить практически значимые и теоретически обоснованные результаты, обладающие научной новизной:

1. Предложена методика регистрации и созданы две экспериментальные установки для регистрации микрометеороидов и частиц космического мусора, в которых вместо громоздких схем мультиплексирования, применяемых в аналогичного типа пленочных датчиках, используется частотный анализ отклика пленочных микрополосковых структур. Принцип работы методики основан на учете зависимости резонансной частоты коэффициента передачи поврежденной линии от места разрыва полоска, использование предложенной методики позволяет уменьшить массогабаритные характеристики датчиков высокоскоростных микрочастиц и упрощает их электронную часть за счет работы в частотном диапазоне от 4 до 30 МГц.

2. Разработан и изготовлен прибор ионизационного типа с нитяными электродами для регистрации высокоскоростных микрочастиц, отличающийся от обычного ионизационного датчика тем, что дополнительно содержит датчики температуры, электризации и контроля засветки Солнцем. С помощью разработанного прибора были выполнены эксперименты на орбите Земли и получены экспериментальные данные на малом космическом аппарате «АИСТ-1Т».

3. Разработана конструкция прибора для регистрации высокоскоростных частиц, состоящая из мишени, плоскопараллельных электродов и блока электроники, позволяющая с помощью ионизационного и наведенного импульсов производить измерения параметров микрочастиц (массы и скорости). Конструкция отличается тем, что каждый из модулей электроники расположен в отдельном экранированном корпусе, а эффективность работы прибора определяется предложенной на основе использования теоремы Рамо-Шокли методикой расчета форм импульса напряжения, наведенного в измерительных электродах этого прибора и вызванного пролетом высокоскоростных заряженных микрочастиц вблизи этих электродов. Методика позволяет описать полученные экспериментальные осциллограммы для разработанного датчика микрометеороидов с пластинчатыми электродами. Были представлены многообразия форм импульсов напряжения, полученных экспериментально на ускорителе микрочастиц с приемника ионов (плоскопараллельных электродов) при различных местах соударения высокоскоростных микрочастиц с элементами конструкции детектора (мишенью, электродами). Зависимости длительности пролетного импульса от скорости частицы $T = 12500 / V$, график отношения заряда собранных ионов к массе микрочастицы (Q/m) в зависимости от скорости частицы в диапазоне до 2,5 км/с может быть аппроксимирован зависимостью $Q / m = C \cdot V^{4.3}$, где C – константа для конкретного датчика, получаемая на основе тарировки. На основе проведенного исследования были объяснены результаты экспериментальных данных регистрации “двугорбого” наведенного импульса.

4. Разработана и экспериментально апробирована конструкция ионизационного прибора для регистрации высокоскоростных микрочастиц, обладающая принципиально новыми техническими и функциональными характеристиками. Ключевыми элементами новизны являются: введение оптического канала синхронизации для подавления электромагнитных помех; реализация двухканального режима измерения для расширения динамического диапазона измерений; использование комбинированной системы, состоящей из чередования нитяных и пластинчатых электродов, позволившей снизить входную ёмкость при сохранении высокой эффективности сбора ионов. С помощью предложенного прибора были получены и проанализированы экспериментальные зависимости степени ионизации от скорости и материала мишени в диапазоне 1–10 км/с.

5. Предложена методика комплексной регистрации параметров заряженных микрочастиц на основе разработанного модульного сеточного прибора для одновременного измерения вектора скорости, заряда и массы микрочастицы, ключевым преимуществом которого является установленная и параметризованная зависимость предельной точности измерений от формы и размеров прибора, отличающаяся тем, что прибор позволяет

одновременно оценивать массу, заряд и скорость высокоскоростной заряженной микрочастицы до 10 км/с. Для проверки работоспособности методики измерения вектора скорости микрочастицы был изготовлен и экспериментально проверен в ускорителе микрочастиц макет многосеточного датчика, для обработки результатов с которого была разработана и апробирована математическая модель расчета вектора скорости микрочастицы на основе полученных с датчика экспериментальных данных. Также предложена аналитическая формула, описывающая форму наведенного импульса на двух непараллельных сеточных измерительных электродах, что является новым шагом в интерпретации данных с сеточных индукционных датчиков.

6. 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.

7. Предложена оригинальная конструкция экспериментальной установки в виде малого космического аппарата, предназначенного для регистрации высокоскоростных частиц, чьей отличительной чертой является реализация концепции спутник-датчик с большой площадью детектирования высокоскоростных микрочастиц и активного магнитного управления ориентацией. Новизна заключается в синтезе зонтичной пленочной структуры металл-диэлектрик-металл большой площади с трехосной магнитной системой ориентации, что впервые позволяет обеспечить эффективную регистрацию параметров высокоскоростных частиц в широком телесном угле 2π стерадиан, что, примерно, в 1,5 раза больше, чем для разработанных ранее ионизационных датчиков.

Актуальность и значимость полученных Телегиным А.М. результатов подтверждается их получением в ходе выполнения ряда НИОКР. Особого внимания заслуживает успешная эксплуатация аппаратуры «МЕТЕОР» на борту МКА «АИСТ-1Т», что подтверждает высокую степень готовности разработанных решений к практическому применению.

Результаты диссертационной работы представлены в 103 печатных изданиях, из них в том числе: 41 статья в журналах, рекомендованных ВАК РФ; 8 статей в изданиях, индексируемых в SCOPUS / Web of Science; 35 патентов РФ; 1 глава в коллективной монографии. Объём и уровень публикаций полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Структура автореферата отражает ход и результаты исследования в соответствии с поставленной целью и сформулированными задачами.

Несмотря на общее положительное мнение о диссертационной работе Телегина А.М., по автореферату можно сделать следующие замечания:

1. На стр. 18 при описании экспериментальных осциллограмм с ионизационного прибора приведены различные варианты развития событий, однако не указано, каким образом была осуществлена регистрации этих событий.

2. В автореферате имеется ряд опечаток.

Замечания не снижают общей положительной оценки работы Телегина А.М., которая является самостоятельным законченным исследованием, обладающим научно-практической значимостью и новизной.

Диссертационная работа Телегина Алексея Михайловича «Разработка методик, экспериментальных установок и бортовых приборов для регистрации параметров микрометеороидов и частиц космического мусора» соответствует требованиям, установленным п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842 (в действующей редакции), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Телегин Алексей Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

доктор физико-математических наук, доцент,

г.н.с – зав. лаб. радиотоники,

МФТИ, Физтех.

01.09.2016  /Филонов Д.С.

Я, Филонов Дмитрий Сергеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.,
Радиотехнический корпус 301

E-mail: filonov.ds@mipt.ru

ПОДПИСЬ РУКИ 
ЗАВЕРЯЮ:
АДМИНИСТРАТОР КАНЦЕЛЯРИИ
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОТДЕЛА
С.А. КОРАБЛЕВА 

