



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»**
(АО «РКЦ «ПРОГРЕСС»)

ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009, тел. (846) 955-13-61, факс (846) 992-65-18, E-mail: mail@samspace.ru
ОКПО 43892776, ИНН 6312139922, КПП 631201001

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора –
генеральный конструктор
АО «РКЦ «Прогресс», д.т.н



Р.Н. Ахметов*
_____ 2026 г.

ОТЗЫВ

АО «РКЦ «Прогресс»

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

1. Актуальность работы

Диссертационная работа Телегина А.М. посвящена одной из наиболее актуальных проблем современной космонавтики – мониторингу техногенного засорения околоземного пространства и природной метеорной активности в диапазоне частиц размером менее 1 см. Именно этот класс объектов недоступен для наземных радиолокационных и оптических средств, но представляет реальную угрозу для длительных космических миссий.

2. Научная новизна согласно автореферату

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.

Входящий № 107-8621
Дата 25 СЕН 2026
Самарский университет

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 “двугорбного” 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

закljučается 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.

3. Состав работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, трех приложений. Текст изложен на 325 страницах машинописного текста, содержит 217 рисунков, 9 таблиц, список литературы из 437 наименований.

4. Результаты работы и их достоверность

Достоверность результатов подтверждается воспроизводимостью экспериментальных и расчетных данных, полученных на сертифицированных приборах, а также соответствием полученных результатов работам других авторов в данной области исследования.

Результаты диссертации опубликованы в 103 изданиях, в том числе 41 статья в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 глава в коллективной монографии, 8 статей в трудах конференций, индексируемых в информационно-аналитических системах научного цитирования SCOPUS / Web of Science, получено 35 патентов РФ, 18 статей в рецензируемых российских журналах, что в полной мере соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней.

Материалы диссертационного исследования прошли апробацию на российских и международных конференциях. Подробное изучение автореферата позволяет сделать вывод о надежности и достоверности приведенных результатов.

5. Замечания и вопросы по работе

1) В автореферате подробно не описана методика проведения эксперимента с приборами на ускорителе микрочастиц;

2) На рисунках с приборами ионизационного типа нет размерных шкал или указания масштаба, поэтому нельзя оценить их реальные габариты.

Приведенные замечания не снижают научной ценности диссертационной работы и высокой значимости полученных научных результатов.

6. Заключение по работе

Диссертационная работа Телегина Алексея Михайловича является законченной научно-квалификационной работой. Текст работы написан структурировано, содержит необходимые для понимания графические материалы.

Результаты достаточно полно опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

Диссертационная работа Телегина Алексея Михайловича «Разработка методик, экспериментальных установок и бортовых приборов для регистрации параметров микрометеороидов и частиц космического мусора» полностью удовлетворяет требованиям п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в современной редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени доктора наук, и ее автор, Телегин Алексей Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

Заместитель главного
конструктора –
заместитель начальника
отделения, к.т.н.



Лев Борисович Шилов**

Р.Н. Ахметов, Л.Б. Шилов выражают согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Контактные данные:

* ул. Земеца, д. 18, г. Самара, 443009; 8 (846) 955-65-29; e-mail: 0002_AhmetovRN@samspace.ru.

** ул. Земеца, д. 18, г. Самара, 443009; 8 (846) 228-96-90; e-mail: shilov@samspace.ru.