

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)»
доктор технических наук, доцент



А.В. Иванов

«03» 06 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на диссертационную работу Скрябина Юрия Михайловича на тему «Информационно-измерительная система электростатической локации БПЛА и её алгоритмическое обеспечение», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы

Актуальность диссертационного исследования

В настоящее время резко возросло количество БПЛА, в частности тех, которые используются для проникновения на охраняемую территорию с целью сбора информации или подрыва инфраструктуры. Заблаговременное обнаружение БПЛА является условием предотвращения инцидентов с их участием на охраняемой территории. В настоящий момент времени разрабатываются и используются системы по обнаружению БПЛА на основе их собственного радиоизлучения и звуков, отраженного оптического и

радиоволнового излучения. Для маскировки БПЛА может применяться полет в режиме планирования и радиомолчания. При данном рассмотрении актуальность обнаружения БПЛА на основе их электростатического заряда, как предлагается в диссертации Скрябина Юрия Михайловича, становится очевидной.

Таким образом, тема диссертационной работы «Информационно-измерительная система электростатической локации БПЛА и её алгоритмическое обеспечение» является актуальной и имеет важное значение для развития отечественных разработок.

Оценка содержания диссертации и её завершенности

Диссертация состоит из введения, четыре глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Основной текст работы содержит 102 страницы, 43 рисунка и 6 таблиц. Диссертация изложена последовательно и логично и является законченной научно-квалификационной работой.

Во **введении** проведен краткий обзор существующих методов обнаружения БПЛА и обоснована актуальность работы, приведены существующие наработки в области электростатической локации, перечислены научные задачи, сформулирована научная новизна и основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** рассматриваются средства обнаружения БПЛА на основе различных демаскирующих признаков, в том числе и на основе электростатической сигнатуры. Рассматривается место системы электростатической локации среди прочих средств обнаружения. Методология построения информационно-измерительной системы электростатической локации была взята из смежной области электростатического мониторинга. Кроме этого, из области электростатического мониторинга были рассмотрены алгоритмы цифровой обработки электростатических сигналов

Во **второй главе** разработаны математическая модель работы электрической схемы электростатического флюксметра, математическая модель процесса электростатической локации и сформулированы требования к анализирующей функции, которая используется для обработки электростатических сигналов. На основе математической модели процесса электростатической локации автором получены форма зоны чувствительности

отдельного электростатического датчика и зависимость размеров этой зоны от заряда цели. Сформулированы требования к шагу расположения датчиков в зависимости от требования к максимальной высоте обнаружения объектов.

Третья глава посвящена описанию алгоритмов и программ, составленных диссертантом. Диссертантом предложены два алгоритма поисков коэффициентов анализирующей функции: на основе градиентного поиска и на основе метода наименьших квадратов (МНК). Алгоритм на основе МНК показал лучшие результаты после авторской модификации системы уравнений выбранного метода, что обеспечило погрешность соответствия целевым свойствам в 1%. Кроме того, в третьей главе описаны методики постановки и схемы проведения численных и натурного экспериментов.

В четвертой главе представлены результаты экспериментов по изучению амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) электростатического флюксметра при различных параметрах измерительного тракта и номиналов элементов электрической схемы, численных экспериментов по проверке алгоритмов помехоустойчивого извлечения признаков электростатического сигнала. Автором получены рекомендации по выбору диапазонов номиналов резисторов и емкостей измерительной части в зависимости от среднеквадратичной емкости измерительных электродов для запатентованной конструкции измерительного тракта. Также получены оценки для погрешности определения временного и частотного признака электростатического сигнала разными алгоритмами. Показано, что алгоритм на основе вейвлет функции Морле целесообразнее использовать для определения признака частоты, а алгоритм на основе рациональной функции целесообразнее использовать для определения временного признака.

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты исследований, полученных в ходе выполнения диссертационной работы.

Научная новизна исследования, полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации, заключается в том, что:

1. Определены признаки электростатического сигнала, на основе которых можно определить траекторию полета заряженного объекта,

пересекающего линию датчиков информационно-измерительной системы электростатической локации.

2. Разработано и описано время-частотное преобразование измерительного сигнала путем свертки с рациональной анализирующей функцией.
3. Разработан алгоритм обработки время-частотного распределения на основе распределения фазы сигнала.

Степень обоснованности и достоверности полученных научных результатов и выводов обеспечивается корректным применением теории цифровой обработки сигналов и математических моделей, что подтверждается экспериментально полученными результатами.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 9-и научных работах, из них одна работа в журналах из списка ВАК РФ, одна работа индексируется в базах данных Scopus, шесть – в иных печатных изданиях. Зарегистрирован один патент на изобретение.

Практическая значимость результатов и выводов диссертационной работы состоит в том, что разработанный метод электростатической локации может быть использован в информационно-измерительной системе электростатической локации, являющейся подсистемой для системы обнаружения, локации, идентификации и сопровождения БПЛА. Актуальность, законченность и практическая ценность диссертационной работы подтверждается внедрением её результатов в научно-исследовательскую деятельность ОАО «завод им. В.А. Дегтярева», а также в учебный процесс кафедры ВТ ФГБОУ «МИРЭА – Российский технологический университет».

Замечания по содержанию и оформлению диссертации и автореферата

1. В диссертации сказано, что информационно-измерительная система электростатической локации не является самодостаточной и подразумевается её объединение с другими подсистемами средств разведки БПЛА. Однако подробно взаимодействие электростатической подсистемы с существующими оптическими и радиолокационными подсистемами не рассмотрено.

2. В исследованиях описано два типа электростатических датчика: электростатический флюксметр ротационного типа и электростатический зонд. Однако отсутствует итоговое сравнение о преимуществах и недостатках данных датчиков относительно друг друга.

3. В разделах 2.1.1, 3.3.1 и 4.1 не пояснено, почему для численного моделирования была разработана своя программная реализация, а не использовалась готовая программа моделирования, например EasyEDA.

4. В диссертации не описаны стратегии развития разработанных алгоритмов в случаях редукции электростатического поля подстилающей поверхностью, детектирования роя БПЛА или их ускоренного движения.

5. В оформлении диссертации имеется большое количество грамматических и стилистических ошибок.

Заключение

Замечания по диссертационной работе не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертация соответствует специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

Автореферат диссертации соответствует диссертации и отражает её основное содержание.

Результаты исследования достоверны и апробированы на российских и международных конференциях. Уровень и объем публикаций автора, отражающих основные полученные результаты, соответствует требованиям п.11 и п.13 «Положения о присуждении ученых степеней».

Таким образом, диссертационная работа «Информационно-измерительная система электростатической локации БПЛА и её алгоритмическое обеспечение» выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи обнаружения заряженных тел, движущихся в атмосфере, а её автор, Скрыбин Юрий Михайлович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

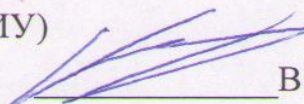
Отзыв обсужден и утвержден на заседании НТС кафедры 410 «Радиолокация, радионавигация и бортовое радиоэлектронное оборудование» 22 мая 2025 г., протокол № 9/1. На заседании присутствовало 3 доктора технических наук и 6 кандидатов технических наук.

Директор дирекции института № 4 МАИ(НИУ),
кандидат технических наук



В.В. Кирдяшкин

И.о. заведующего каф. 410 «Радиолокация, радионавигация и бортовое радиоэлектронное оборудование» МАИ (НИУ)
кандидат технических наук



В.В. Кирдяшкин

Кирдяшкин Владимир Владимирович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Сайт организации: <https://mai.ru/>

Почтовый адрес: РФ, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4.

Контактный телефон: +7 499 158-92-09

e-mail: mai@mai.ru

С отзывом ознакомлен 09.06.2025 