АО «КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ - АНТЕЙ»

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ имени В.В. Тихомирова»

Гагарина ул., д. 3, Жуковский,
Московская область, Россия, 140180
Тел.: (495) 556-23-48 факс: (495) 276-67-07
E-mail: niip@niip.ru http: www.niip.ru

ОКПО 13185231, ОГРН 1025001627859
ИНН/КПП 5013045054/ 504001001

08.12.2020 № 110/586

На № _____ от _____

Председателю диссертационного совета Д 212.125.03
на базе «Московского авиационного института (национального исследовательского университета)»
Кузнецову Ю.В.
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4

Об отзыве ведущей организации
на диссертацию

Уважаемый Юрий Владимирович!

Высылаю в Ваш адрес отзыв ведущей организации АО «НИИП имени В.В. Тихомирова» на диссертацию Голенко Д.С. «Сопровождение маневрирующих источников сигналов, двигающихся по баллистическим траекториям», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 - «Радиолокация и радионавигация».

Приложение:
1 .Отзыв, экз. 2 на 4 листах каждый, несекретно.

2. Диссертация, одна книга, несекретно.

3. Автореферат, одна брошюра, несекретно.

С уважением,
Заместитель генерального директора по научной работе

Синани А.И.

Башкиров Леонид Григорьевич
495-556-69-95

Российская Федерация * Акционерное общество * г. Жуковский * Московская область * ОГРН 1025001627859 * Для документов

Отдел документационного обеспечения МАИ
«10» 12 2020 г.

АО «КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ - АНТЕЙ»

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ имени В.В. Тихомирова»

Гагарина ул., д. 3, Жуковский,
Московская область, Россия, 140180
Тел.: (495) 556-23-48 факс: (495) 276-67-07
E-mail: niip@niip.ru http: www.niip.ru

ОКПО 13185231, ОГРН 1025001627859
ИНН/КПП 5013045054/ 504001001

08.12.2020 № 10/587

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

по научной работе

Синани А.И.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Голенко Дмитрия Сергеевича
«Сопровождение маневрирующих источников сигналов,
двигающихся по баллистическим траекториям»,
представленную на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 05.12.14 -
«Радиолокация и радионавигация»

В диссертационной работе рассматривается сопровождение маневрирующих баллистических объектов с помощью пассивной радиолокационной станции из точки старта и на этапе входа в атмосферу. Предполагается, что объект непрерывно излучает некоторый сигнал с известной частотой несущей, что позволяет измерять частоту Доплера, помимо измерений углов азимута и места. Данная постановка задачи актуальна для сопровождения баллистических объектов в целях контроля соблюдения договора между Российской Федерацией и Соединенными Штатами Америки о мерах по дальнейшему сокращению и ограничению стратегических наступательных вооружений, касаемо пусков межконтинентальных баллистических ракет и баллистических ракет подводных лодок, в зонах ограничения использования средств активной локации.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Отдел документационного обеспечения МАИ
«10» 12 2020 г.

Во введении автором обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и основные задачи исследований, дана общая характеристика работы.

Первая глава посвящена рассмотрению подходов к решению задачи вторичной обработки радиолокационной информации. Описаны алгоритмы работы расширенного фильтра Калмана и сигма точечного фильтра Калмана. Выделено три фазы полета баллистического объекта: разгон, свободный полет, вход в атмосферу, и рассмотрены соответствующие модели движения. Для описания движения объекта выбрана геоцентрическая декартова система координат, жестко привязанная к Земле. Представлены преобразования из геоцентрической системы координат к измеряемым координатам: угол азимута, угол места и частота Доплера. Для решения задачи фильтрации предложено использовать многомодельный подход. Приведены схемы и описаны принципы работы трех типов многомодельного алгоритма.

Во второй главе рассмотрено сопровождение баллистического объекта, когда пассивная РЛС базируется недалеко от точки старта, а координаты старта являются априорно известными. Составлен многомодельный алгоритм, включающий все три модели движения: разгон, свободный полет и вход в атмосферу. Проведено моделирование сопровождения, проанализированы недостатки в работе алгоритма и пути их устранения: использовано изменение матрицы переходов в многомодельном алгоритме в зависимости от вектора состояния, что снижает выбросы среднеквадратичного отклонения координат в фазе разгона и рост среднеквадратичного отклонения координат в фазе свободного полета; введена сильно возмущенная модель движения разгон дополнительно к слабо возмущенной, что улучшает точность во время переходных процессов при смене типа движения; произведена модификация взаимодействия моделей движения, при которой в результирующий вектор состояния включалась оценка баллистического параметра, полученная непосредственно в модели входа в атмосферу, что увеличивает точность сопровождения на этапе вхождения в плотные слои атмосферы.

Рассмотрен процесс сопровождения при значительном удалении объекта. Было учтено снижение отношения сигнал-шум. Для проведения моделирования была разработана модель измерений, учитывающая возможные пропуски цели и появление ложных отметок в стробе отождествления. Предложен алгоритм ассоциации отметок с траекторией на основе алгоритма вероятностной ассоциации с учетом амплитуды отметок, что увеличивает точность сопровождения в условиях малого отношения сигнал-шум.

В третьей главе рассмотрено сопровождение баллистического маневрирующего объекта на этапе входа в атмосферу, когда пассивная РЛС базируется на расстоянии 20 – 50 км до предполагаемой точки падения, а сопровождение начинается после получения априорных целеуказаний в момент пересечения границы атмосферы. Предложены многомодельные алгоритмы, включающие модели входа в атмосферу с маневрированием и без, а также модификация многомодельного алгоритма в виде замены расширенного фильтра Калмана на сигма-точечный фильтр Калмана, что позволяет увеличить

область устойчивости алгоритма сопровождения в пространстве погрешностей оценки начальной дальности до объекта, в которой вероятность срыва сопровождения не превышает 5%.

В Заключении приведен перечень основных результатов работы и выводов.

Научная новизна характеризуется следующими результатами, полученными в работе:

– Разработан алгоритм ассоциации отметок, попадающих в строб отождествления, на основе алгоритма вероятностной ассоциации с учетом информации об амплитудах отметок, позволяющий улучшить точность алгоритма сопровождения в условиях низкого отношения сигнал-шум (ниже 10 дБ) на 15-30 %, по сравнению с использованием известных алгоритмов вероятностной ассоциации

– Разработан многомодельный алгоритм, использующий сигма-точечный фильтр Калмана, обладающий увеличенной областью устойчивости, в которой вероятность срыва сопровождения не превышает 5%. Область устойчивости увеличена с 16 км до значения погрешности оценки начальной дальности до объекта 32 км, по сравнению с расширенным фильтром Калмана.

– Введена зависимость матрицы переходов от вектора состояния, состоящая из трех участков: во время фазы разгона, в начале фазы свободного полета, при переходе к фазе входа в атмосферу, а также учтены вероятности обратных переходов к модели разгона и свободного полета, что позволяет снизить рост среднеквадратичного отклонения координат на 20-30% в фазе свободного полета.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в возможности использования предложенных многомодельных алгоритмов сопровождения маневрирующего баллистического излучающего объекта с помощью пассивной радиолокационной станции из точки старта и на этапе входа в атмосферу в том числе в условиях малого отношения сигнал-шум для решения задачи сопровождения межконтинентальных баллистических ракет и баллистических ракет подводных лодок, в зонах ограничения использования средств активной локации.

Достоверность результатов подтверждена корректным применением статистического и математического аппарата, результатами компьютерного моделирования.

По представленной работе имеются следующие **замечания:**

1. Не представлено сравнение с алгоритмами сопровождения, альтернативными многомодельному алгоритму, при сопровождении объекта из точки старта.

2. В работе рассмотрены позиции РЛС на расстояниях 20-50 км от точки старта баллистической цели, что вызывает некоторое недоумение по расположению стартовых позиций баллистический целей непосредственно у границ или линии фронта. В связи с этим теряется практический смысл такого рассмотрения.

3. В результатах работы приведены значения увеличения точности алгоритмов сопровождения в процентах, обладающие значительным разбросом, и отсутствуют пояснения, в каких случаях применима верхняя или нижняя граница диапазона.

Однако, недостатки, отмеченные в замечаниях выше, не снижают научной и практической значимости основных результатов, полученных автором и поэтому не влияют на общую положительную оценку работы.

Выводы

1. Диссертация Голенко Д.С. является законченной самостоятельной квалификационной работой, посвященной **решению актуальной прикладной научной задачи** - сопровождению маневрирующих баллистических объектов с помощью пассивной радиолокационной системы.
2. Автореферат отражает основные положения диссертации.
3. Диссертационная работа полностью **соответствует требованиям** пп. 9 и 10 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Голенко Дмитрий Сергеевич - **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 - «Радиолокация и радионавигация».

Отзыв подготовлен в лаборатории № 901 НИО-1 АО «НИИ приборостроения им. В.В. Тихомирова», обсужден и одобрен на заседании секции НТС НИО-1, протокол № 11 от 11.11.2020 г.

Главный научный сотрудник, д.т.н., профессор Л.Г. Башкиров

Башкиров Леонид Григорьевич

140180 0 г. Жуковский, Московской области,

ул. Гагарина д. 3, тел.: 8 (495) 556-69-95

E-mail: niip@niip.ru

Подпись Башкирова Л.Г. заверяю

Ученый секретарь АО «НИИ приборостроения им. В.В. Тихомирова»

д.т.н. Г.В. Кауфман