

ОТЗЫВ

официального оппонента Меркулова Владимира Ивановича, д.т.н., профессора, заместителя Генерального конструктора АО «Концерн радиостроения «Вега» (г. Москва) на диссертацию Белокурова Владимира Александровича «Методы и алгоритмы межобзорной обработки сигналов малоразмерных и сверхманевренных радиолокационных объектов с учетом бортовой навигационной информации», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация» (технические науки)

Анализ состояния и перспектив развития военно-технического противоборства в воздушной сфере позволяет сделать ряд важных заключений, как в тактической, так и в технологической областях разработки авиационных комплексов нового поколения. К тактической области, прежде всего, относятся увеличенные диапазоны скоростей, вплоть до гиперзвука, и использование сверхманевренности.

К технологической области относится качественное снижение демаскирующих факторов во всех областях спектра, наиболее известными из которых является использование технологии «Стелс», приводящие к значительному уменьшению эффективной отражающей поверхности (ЭОП) и соответственно дальности обнаружения.

В свою очередь возрастание скоростей полета предопределяет уменьшение времени на подготовку противодействия. Отсюда следует принципиальная востребованность увеличения дальности обнаружения и устойчивого сопровождения интенсивно маневрирующих целей с малой ЭОП.

В связи с этим по совокупности рассмотренных проблем диссертация Белокурова В.А., посвященная методам и алгоритмам межобзорной обработки сигналов малоразмерных и сверхманевренных радиолокационных объектов с учетом бортовой навигационной информации является весьма востребованной и актуальной.

Несомненной заслугой автора является комплексное решение проблемы «обнаружения – сопровождения» с организацией межобзорного и межпачечного накопления сигналов с адаптацией порога обнаружения и устойчивого сопровождения интенсивно маневрирующих целей во всем возможном диапазоне скоростей от нулевых (зависание) до сверхзвуковых.

В достаточно длинной информационно-управляющей цепи обработки информации, включающей обзор зоны ответственности, обнаружение и сопровождение цели и формирование сигналов траекторного управления носителем автор грамотно распределил приоритеты между различными звеньями, уделив основное внимание совершенствованию методов и алгоритмов обнаружения в условиях межобзорных и межпачечных ограничений при сложном маневрировании не только цели, но и носителя. При этом и для надежного обнаружения и для бесрывного сопровождения с устранением неоднозначности отсчетов дальности автор обоснованно использовал в качестве основного информационного параметра радиальное ускорение, которое является характерным признаком продольного маневра и изменение угловой ориентации осей носителя, возникающее при выполнении маневров с разворотом. Последнее позволило учесть влияние собственного маневра на точность формирования оценок угловых координат, вносящих основной вклад в ошибки наведения.

Еще одним несомненным достоинством диссертации является разработка алгоритмов практической реализации предложенных теоретических разработок, позволяющих существенно снизить вычислительные и временные затраты на их реализацию.

Диссертация, содержащая введение, семь глав, заключение и приложения, написана технически грамотным языком с хорошо аргументированными причинно-следственными связями разделов.

Автореферат диссертации, а также публикации соответствуют и отражают содержание диссертационной работы, а сама диссертация соответствует специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация».

Научная новизна диссертационной работы состоит в обобщении известных и разработке нового подхода к обнаружению малоотражающих сверхманевренных объектов, основанного на объединении результатов межобзорного и межпачечного накопления радиолокационных сигналов с учетом использования навигационной информации.

В рамках диссертационной работы получены следующие научные результаты:

– новый, защищенный патентом, способ обнаружения маневрирующей цели, в отличие от известного – с сегментированием входной выборки, который обеспечивает заметный выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум, а по сравнению с известным многоканальным по скорости цели алгоритмом

обеспечивает существенный выигрыш в числе вычислительных операций, что в конечном счете позволяет увеличить дальность действия бортовой РЛС

– новый способ межобзорной обработки на фоне негауссовских коррелированных помех, который обеспечивает эффективное обнаружение сигналов на фоне широкого класса помех с различными законами распределения на основе использования математического аппарата сферических инвариантных процессов;

– новый эффективный способ вычисления порога обнаружения в алгоритме межобзорной обработки на фоне негауссовского шума;

– новый метод межобзорной обработки отраженных сигналов малоотражающего сверхманевренного объекта, учитывающий при обработке навигационную информацию о взаимных перемещениях носителя бортовой РЛС и объекта;

– новый алгоритм межобзорной обработки зависшего БПЛА, планерная составляющая отраженного сигнала которого не имеет доплеровского смещения частоты;

– новый алгоритм стабилизации уровня ложной тревоги при межобзорном обнаружении, основанный на использовании метода моментов;

– оригинальный алгоритм выбора числа каналов по ускорению в многоканальном обнаружителе маневрирующей цели, который обеспечивает максимизацию средней вероятности правильного обнаружения многоканальной системы обработки;

– новый алгоритм межпачечного накопления отраженных сигналов, в режиме работы бортовой РЛС с высокой частотой повторения импульсов при обнаружении малоотражающего сверхманевренного объекта с раскрытием неоднозначности при измерении дальности;

– новый алгоритм оценивания угловой ориентации высокоманевренного носителя бортовой РЛС.

Практическая значимость полученных результатов состоит в развитии способов и алгоритмов обнаружения малоотражающих сверхманевренных объектов, учитывающих динамику носителя бортовой РЛС, основанных на межобзорном когерентном и некогерентном накоплении отраженных сигналов, что обеспечивает заметное повышение вероятности правильного радиолокационного обнаружения таких объектов, что эквивалентно увеличению дальности действия бортовой РЛС в предельном случае до 10...20 %.

Достоверность полученных в рамках данной диссертационной работы научных результатов достигается корректным использованием математического аппарата статистической теории, сравнительным анализом результатов имитационного моделирования и теоретических расчетов, а также подтверждением теоретических результатов натурными и полунатурными экспериментами, сопоставлением полученных результатов с результатами независимых источников информации.

Использование автором широкого спектра современных и перспективных методов обработки информации и тематика публикаций (76 работ и 26 докладов на конференциях) свидетельствуют о высоком уровне его научной квалификации.

Вместе с тем по содержанию работы необходимо сделать ряд замечаний.

1. Не ясно, как будет работать вся цепочка межобзорного и межпачечного накопления сигналов в режиме многоцелевого сопровождения.

2. Использование в качестве основного показателя эффективности вероятности правильного обнаружения приводит к мысли о незавершенности исследования, поскольку для потребителя наиболее важными являются показатели точности измерений (оценивания) дальности, скорости сближения и угловых координат.

3. Не ясно, как стремление снижения первоначального отношения сигнал/шум, при котором принимается решение о наличии цели, сказывается на потенциальной точности формирования первичных измерений дальности, скорости и угловых координат ввиду несомненного возрастания флуктуационной составляющей сигналов при многоэтапном накоплении.

4. Предложенный автором вариант многомодельной фильтрации действительно позволяет повысить точность сопровождения интенсивно маневрирующих целей, однако для работы в условиях сверхманевренности требует использования достаточно большого числа исходных моделей, что приводит к неадекватному возрастанию вычислительных затрат. На мой взгляд, более целесообразным является использование алгоритмов адаптивной аналого-дискретной фильтрации с коррекцией прогноза по результатам измерений, которые на зависят от выбранных моделей.

5. Необходимо отметить, что при сопровождении высокоскоростных целей чрезмерное увеличение времени накопления становится одним из ограничений, накладываемых на период повторения и соответственно на тактические показатели РЛС. В связи с этим было бы целесообразно провести исследование по установлению влияния этого фактора на показатели эффективности РЛС.

Несмотря на отмеченные недостатки считаю, что диссертационная работа Белокурова Владимира Александровича «Методы и алгоритмы межобзорной обработки сигналов малоразмерных и сверхманевренных радиолокационных объектов с учетом бортовой навигационной информации» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация» (технические науки).

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор

В.И. Меркулов

121170, г. Москва, Кутузовский проспект 34

«6» 09 2022 г.

Подпись официального оппонента доктора технических наук, профессора
Меркулова Владимира Ивановича заверяю.

Исполняющая обязанности начальника
управления по работе с персоналом



Л.А. Титова

«06» 09 2022 г.

М.П.

Полное наименование организации: Акционерное общество «Концерн радиостроения «Вега»

Почтовый адрес: 121170, г. Москва, Кутузовский проспект, 34

Тел.: +7(499)753-40-04

Адрес электронной почты: mail@vega.su

С отрывком ознакомлен
Белюф
07.09.2022