

ОТЗЫВ

официального оппонента
кандидата технических наук, доцента
ЯРМОЛИКА Сергея Николаевича

на диссертацию ТОЛМАЧЁВА Алексея Владимировича
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Диссертация Толмачёва Алексея Владимировича «Формирование изображений винтов летательных аппаратов в многопозиционной РЛС посредством синтеза апертуры антенны» соответствует отрасли технических наук, паспорту специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация по пунктам:

1. Синтез, анализ и оптимизация устройств обнаружения, распознавания (различения, классификации), разрешения сигналов (помех), измерения их параметров, а также извлечения полезной информации об объектах в одно- и многопозиционных активных, полуактивных и пассивных радиолокационных и радионавигационных системах.

2. Принципы, способы, методы и устройства пространственной, временной, спектральной и поляризационной обработки принимаемых сигналов, радиолокационной и радионавигационной информации, формирования радиолокационных и радионавигационных сигналов и помех с управляемой структурой.

4. Создание моделей радиолокационных, радионавигационных и комбинированных устройств, средств и систем, радиолокационных и радионавигационных сигналов и помех, вторичного и собственного излучения объектов радиолокационного наблюдения и подавления, навигационных радиофизических полей с учетом влияния окружающей среды раздела III (Области исследований) данного паспорта.

Актуальность темы диссертации

Вопрос завоевания превосходства в пределах театра военных действий во многом определяет эффективность проводимых военных операций. Для своевременного обнаружения малоразмерных, малоскоростных целей, способных перемещаться на малых высотах, необходимо применять самые совершенные радиотехнические системы. В настоящее время наблюдается тенденция повышения интереса к созданию многопозиционных РЛС, характеризующихся повышенной информативностью, помехозащищенностью и

живучестью. Особый интерес при этом вызывает задача радиолокационного распознавания классов и типов обнаруживаемых целей. Знание класса (типа) наблюдаемого объекта позволяет выбирать наиболее опасные цели, а также определять состав групповых целей, селективировать цели по решаемым задачам, вскрывать замысел противника и т.п. Однако, несмотря на необходимость в классификации целей, задача выделения устойчивых и информативных классификационных признаков еще весьма далека от полного завершения. В связи с этим проработка вопросов формирования радиолокационных изображений (РЛИ) винтов летательных аппаратов, с использованием технологии инверсного радиолокационного синтезирования апертуры антенны в многопозиционной радиолокационной станции, существенно повышает эффективность обнаружения и распознавания объектов, особенно в условиях сложной радиолокационной обстановки. Построение РЛИ способствуют расширению ассортимента информативных признаков, увеличивая вероятности правильного распознавания наблюдаемых объектов. Таким образом, очевидно, что разрабатываемые в диссертационной работе вопросы являются весьма актуальными и значимыми.

Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Новыми научными результатами, полученными в диссертации, являются:

– разработанная математическая модель сигнала, отраженного от винтов летательных аппаратов, наблюдаемых бистатическим модулем многопозиционной РЛС, учитывающая путь распространения прямой и переотраженной волн и значение бистатического угла, используемая для построения радиолокационных изображений винтов;

– разработанный алгоритм построения радиолокационных изображений винтов летательных аппаратов с использованием технологии обращенного синтеза апертуры антенны, учитывающий взаимное расположение летательного аппарата, приемного и передающего пунктов бистатического модуля, что позволило повысить отношение «сигнал/шум» в формируемом изображении лопастей винтов объектов;

– разработанный алгоритм селекции малоскоростных винтовых летательных аппаратов с формированием радиолокационных изображений их винтов, наблюдаемых бистатическим модулем на фоне движущейся колесно-гусеничной техники, что позволило повысить вероятность правильной селекции объектов в анализируемых условиях наблюдения.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и практические рекомендации диссертационной работы достоверны и достаточно обоснованы, что подтверждается корректным использованием математического аппарата, использованием обоснованных ограничений при разработке и анализе полученных алгоритмов построения радиолокационных изображений и

селекции объектов. Достоверность результатов также подтверждается результатами математического моделирования, выполненного с корректным использованием входных и априорных данных, а также представленными актами о практическом использовании результатов исследований.

Научная, практическая и экономическая значимость результатов диссертации

Научная значимость результатов исследования заключается в:

- развитии подхода к обработке радиолокационных сигналов, отраженных от винтов летательных аппаратов, наблюдаемых бистатическим модулем многопозиционной РЛС с использованием технологии обращенного синтеза апертуры антенны, обеспечивающего повышение отношения «сигнал/шум» за счет использования энергии спектральных составляющих сигналов вращающихся винтов наблюдаемых объектов;

- совершенствовании методов селекции винтовых летательных аппаратов с формированием радиолокационных изображений их винтов, наблюдаемых на сложном фоне бистатическим модулем многопозиционной РЛС.

Практическая значимость полученных результатов заключается в:

- полученных структурах устройств, обеспечивающих возможность формирования радиолокационных изображений винтов летательных аппаратов, с использованием технологии инверсного синтеза апертуры антенны в многопозиционной радиолокационной станции, что повышает эффективность обнаружения и распознавания объектов в условиях сложной радиолокационной обстановки.

Экономическая значимость диссертации заключается в возможности получения определенного экономического эффекта за счет создания и последующей реализации многопозиционных радиолокационных систем, характеризующихся высокими показателями эффективности. Кроме того, полученные результаты обеспечивают возможность снижения материального ущерба, который могут нанести современные малоразмерные, малоскоростные цели, способные перемещаться на малых высотах.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати

По теме диссертационного исследования опубликовано 15 печатных работ, соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, в том числе 7 статей в рецензируемых изданиях, 8 тезисов докладов в сборниках материалов научных конференций. Основные результаты работы достаточно полно отражены в публикациях автора. Требования ВАК к опубликованности результатов диссертационных исследований выполнены в полном объеме.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии требованиями инструкции по оформлению диссертации и автореферата, действующей на

момент представления работы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Объем и содержание научных исследований, выполненных соискателем, свидетельствует о его высокой научной квалификации, которая соответствует ученой степени кандидата технических наук.

Замечания по работе

1. Наличие орфографических ошибок в тексте диссертации (стр. 33, 55, 90) и в автореферате (стр. 19). Присутствуют некорректные названия рисунков в тексте пояснительной записки (стр. 40, 41, 56), а также ошибки в математических выражениях (выражение (3.1), выражение (5) в автореферате).

2. В различных главах работы анализируются объекты разных классов:

- стр. 15: легкомоторные винтовые самолеты, БЛА самолётного и вертолетного типов, квадрокоптеры, мультикоптеры и вертолеты;
- стр. 33: легкомоторные винтовые самолеты, вертолеты, КР, БЛА;
- стр. 34 малоразмерные цели (это уже без КР и больших вертолетов);
- стр. 98: колесно-гусеничная техника, винтовые и реактивные ЛА.

Разногласия в перечне анализируемых классов объектов усложняет понимание концепции практического применения результатов исследований.

3. В тексте диссертации не представлены результаты исследований влияния параметров сопутствующего радиолокационного фона, а также ошибок оценивания координат и параметров движения объекта на качество выделения РЛИ корпуса и винтов наблюдаемого объекта.

4. В тексте диссертации не всегда акцентируется внимание на используемых допущениях о известных или оцениваемых априорных параметрах. Поскольку РЛИ винтов будет формироваться в том случае, когда направление, частота и плоскость вращения каналов ОСАА будут совпадать с направлением, частотой и плоскостью вращения исследуемого винта, то вопросы практического оценивания априорно неизвестных параметров являются весьма важными, особенно при наличии ограниченного временного ресурса.

5. В тексте диссертации (п.4.4) не представлены условия моделирования и ограничения, используемые при расчете вероятностей селекции. Целесообразно было бы привести графики характеристик алгоритма селекции анализируемых классов.

6. При исследованиях отраженных сигналов для бистатической ячейки МРЛС нет учета теневого поля рассеяния, обуславливающего наличие существенных изменений ЭПР наблюдаемых объектов при изменениях бистатического угла (т.н. теорема эквивалентности по бистатической ЭПР).

Указанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы и могут рассматриваться в качестве рекомендаций для дальнейших исследований.

Выводы

Диссертация Толмачёва Алексея Владимировича «Формирование изображений винтов летательных аппаратов в многопозиционной РЛС посредством синтеза апертуры антенны» является законченной квалификационной научной работой, содержащей **новые научно обоснованные результаты**, использование которых обеспечивает **решение важной прикладной задачи** – повышение эффективности функционирования радиолокационных систем, состоящих из бистатических приемо-передающих модулей, за счет совершенствования подходов к обработке радиолокационных сигналов с использованием технологии инверсного синтеза апертуры антенны, обеспечивающих селекцию малоскоростных объектов, наблюдаемых в условиях сложной радиолокационной обстановки.

Содержание диссертационной работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация. Результаты исследования достаточно полно отражены в опубликованных работах.

Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук за:

- математическую модель сигнала, отраженного от винтов летательных аппаратов, для бистатического модуля многопозиционной РЛС, отличающуюся представлением для бистатической локации передних и задних кромок лопастей множеством отражателей, излучающих в полусфере и расположенных на прямых линиях, учетом расстояний, которые проходят излученная и отраженная волны, и углов между перпендикуляром к кромке лопасти и линиями, проведенными из центра винта в передающий и приемный пункты, которая позволяет обеспечить требуемое качество получаемых изображений;

- алгоритм построения радиолокационных изображений винтов летательных аппаратов путем обращенного синтеза апертуры антенны для бистатического модуля, отличающийся учетом взаимного расположения летательного аппарата, приемного и передающего пунктов, что обеспечивает увеличение отношения «сигнал/шум» в изображении лопастей несущего винта вертолета Ми-2 до 11,9 дБ при угле 80° - 90° между линией «приемный пункт – центр винта» и линией «приемный пункт – передающий пункт» и удалении от приемного пункта 2500 м по сравнению с алгоритмом, который не учитывает разнос приемного и передающего пунктов;

- алгоритм селекции малоскоростных винтовых летательных аппаратов на фоне движущейся колесно-гусеничной техники для бистатического модуля, позволяющий обеспечить селекцию винтовых летательных аппаратов по радиолокационным изображениям винтов с условной вероятностью правильной селекции 0,7 при времени синтеза апертуры 1 с и отношении «сигнал/шум» в изображении лопастей винта 10 дБ: вертолета Ми-2 по

изображению несущего винта – на удалении более 13 км от приемного пункта; самолета Ан-2 по изображению тянущего винта – более 12 км; квадрокоптера Phantom 3 SE по изображению любого из винтов – более 700 м.

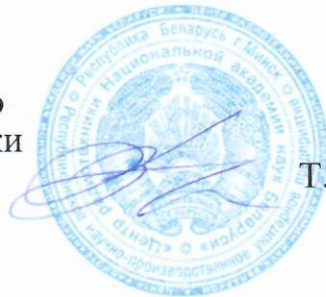
Официальный оппонент:
главный научный сотрудник службы
системных исследований в области радиотехники
Республиканского научно-производственного
унитарного предприятия “Центр радиотехники
Национальной академии наук Беларуси”
кандидат технических наук, доцент

22.04.2024 г.

С.Н. Ярмолик

Личную подпись Ярмолика Сергея Николаевича заверяю.

Специалист по кадрам
Республиканского научно-производственного
унитарного предприятия “Центр радиотехники
Национальной академии наук Беларуси”
« » апреля 2024 г.



Т.В. Гвай