

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Национального исследовательского
Томского государственного
университета доктор физико-
математических наук

И.В. Ивонин
«10» мая 2017 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Елагиной Ксении Александровны «Адаптивные алгоритмы обнаружения и разрешения ЧМ сигналов в РЛС обзора при сложном помеховом воздействии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация

Актуальность для науки и практики

Актуальность темы определяется необходимостью дальнейшей проработки вопросов помехозащищённости РЛС в условия интенсивного радиопротиводействия и при плохих погодных условиях с целью уменьшения потерь в обнаружении. Появление нового класса радиолокационных целей типа быстро и медленно летящих групповых беспилотных аппаратов, а также постоянное совершенствование средств радиоэлектронного противодействия вызывает необходимость поиска новых и эффективных методов радиоэлектронной разведки.

Основное внимание в диссертационной работе Елагиной К.А. уделено разработке и исследованию адаптивных алгоритмов обнаружения ЧМ сигналов РЛС обзора при сложном помеховом воздействии, включающем несинхронные точечные и несинхронные протяжённые по дальности помехи, отражения от «ясного неба», помехи от сверхрефракции. В работе также исследованы алгоритмы обнаружения и разрешения в тех случаях, когда помеховыми воздействиями являются боковые лепестки соседних по дальности целей и точечные местные

предметы.

Разработанные в итоге в диссертации алгоритмы позволяют решить компромиссную задачу уменьшения числа ложных отметок и потерь в обнаружении (потерь обнаружения на весовую обработку, дискретизацию, потерь за счёт введения скоростной селекции), имеющей существенное значение для повышения технических характеристик РЛС. В частности, решена задача повышения характеристик обнаружения целей, движущихся с малыми радиальными скоростями.

Новые научные результаты:

1. Предложен двухканальный обнаружитель сигналов со стабилизацией вероятности ложной тревоги, в одном из каналов которого применяется весовая обработка, а выходы пороговых устройств объединены операцией логического «ИЛИ».

2. Синтезирован сигнал с сигналов нелинейной частотной модуляцией (НЧМ) и с низким уровнем боковых лепестков, разработаны алгоритмы его обнаружения в диапазоне частот Доплера.

3. Разработаны методы повышения эффективности защиты РЛС обзора от отражений от «ясного неба», основанные на некогерентном накоплении и включающие применение сигналов с двумя параметрами модуляции (изменения частоты повторения зондирующих импульсов), сигналов с периодической частотной модуляцией (ПЧМ), обработку нескольких пачек импульсов одного углового направления или смежных лучей диаграммы направленности антенны (ДНА), адаптацию частотного порога к мощности сигнала.

4. Разработан алгоритм обнаружения некогерентной пачки импульсов на фоне априорно неизвестного вида помехи, включающей несинхронные шумовые и точечные, неоднородные по дальности помехи и помехи от сверхрефракции.

5. Предложены алгоритмы интерполяции пиковых значений амплитуд сигналов с частотной модуляцией (ЧМ).

Научная значимость результатов исследований заключается в том,

что новые научные результаты имеют важное значение для повышения технических характеристик РЛС. В результате проведённого в работе исследования:

1. Предложен новый способ уменьшения потерь в обнаружителе со стабилизацией вероятности ложной тревоги за счёт применения двух идентичных каналов с разными типами весовой обработки.

2. Для уменьшения потерь обнаружения исследована возможность применения синтезированного НЧМ сигнала с низким уровнем боковых лепестков. На основе проведённого анализа представлены рекомендации по применению обнаружителей сигналов с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) и НЧМ в разных диапазонах частот Доплера.

3. Предложены новые алгоритмы некогерентного накопления с адаптивным к мощности сигнала порогом по частоте Доплера, позволяющие при малом числе ложных отметок уменьшить радиальные скорости обнаруживаемых целей.

4. Проведена модернизация алгоритма некогерентного накопления с частотным порогом на основе исключения из выборки накапливаемых отсчётов несинхронных точечных и несинхронных протяжённых по дальности помех, бланкирования элемента дальности при обнаружении отражений от «ясного неба» и помех от сверхрефракции.

5. Разработаны алгоритмы некогерентной интерполяции, позволяющие уменьшить потери при обнаружении сигнала в окрестности корреляционного пика при низкой частоте дискретизации. Проведён сравнительный анализ эффективности алгоритмов квадратурной и некогерентной интерполяции.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что они нашли применение в модернизации существующих РЛС и используются при разработке перспективных РЛС обзора, что подтверждается актом о внедрении.

По теме диссертации опубликовано 14 работ. Из них 3 статьи опубликованы в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных

ВАК, 1 публикация в сборнике научных трудов, 1 публикация в научно-техническом журнале, 8 публикаций в трудах всероссийских и международных конференций, получен 1 патент.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в действующих и перспективных РЛС, предназначенных для работы в условиях интенсивного противодействия без потери качества обнаружения и без увеличения ошибок типа ложной тревоги.

Замечания

По тексту диссертации **имеются замечания:**

1. Не ясно, какой закон распределения шумов и помех используется при моделировании, и чем он обоснован.
2. При формулировке критерия обнаружения не ясно, как стабилизация уровня ложной тревоги сказывается на вероятности верного обнаружения, и как это согласуется с критерием Неймана-Пирсона.
3. Не приводятся результаты сопоставления теоретических результатов с какими-либо экспериментальными данными.
4. Физическая интерпретация результатов и выводов скрыта за громоздкостью формулировок.
5. Присутствует чрезмерное увлечение сокращениями, что затрудняет чтение работы. В тексте имеются опечатки и неточности формулировок.

Заключение

В целом диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют важное значение для повышения технических характеристик современных РЛС. В частности, предложенные алгоритмы обнаружения обеспечивают уменьшение потерь при малом числе ложных отметок, при этом позволяют повысить характеристики обнаружения целей, движущихся с малыми радиальными скоростями.

Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Работа отвечает

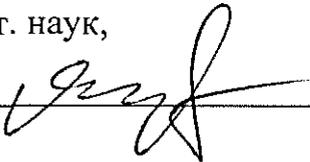
требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация.

Отзыв на диссертацию обсужден на заседании кафедры радиофизики « 10 » мая 2017 г., протокол № 10.

Председатель семинара,

заведующий кафедрой радиофизики,

доктор физ.-мат. наук,

профессор  Якубов Владимир Петрович

« 10 » мая 2017 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

634050, г. Томск, Ленина пр., 36.

Тел. (3822) 52-98-52; E-mail: rector@tsu.ru; <http://www.tsu.ru>