

О Т З Ы В

официального оппонента д.т.н., профессора Акулиничева Ю.П.

на диссертационную работу Елагиной К.А. «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 темы

Диссертационная работа Елагиной К.А. посвящена обоснованию возможности увеличения помехозащищённости РЛС от несинхронных точечных и несинхронных протяжённых по дальности помех, отражений от ясного неба, а также устранению неопределённости в оценке дальности, возникающей при сверхрефракции. Вопрос об актуальности данной тематики можно не обсуждать ввиду полной очевидности.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Елагиной К.А. включает в себя введение, три основных раздела, два приложения, заключение и список литературы.

Во введении, как обычно, сформулированы цели и определены основные задачи работы, отмечены её актуальность, научная новизна и практическая значимость.

В первом разделе проведен достаточно полный и квалифицированный обзор отечественных и зарубежных работ, посвященных обнаружению ЧМ сигналов в РЛС обзора при воздействии активных и пассивных помех. При этом широта охвата при постановке задач соответствует скорее докторской, нежели кандидатской диссертации. С одной стороны, это хорошо, поскольку сразу позволяет оценить достаточно высокий уровень научной эрудиции автора и его знание насущных практических проблем. С другой стороны, при этом трудно ожидать, что все поставленные задачи будут решены хотя бы на том уровне, который соответствует современным потребностям практики. И действительно, большинство количественных результатов получено лишь для некоторых частных случаев.

Наиболее значимые результаты диссертации приведены во втором разделе. Очевидно, что центральное место занимает двухканальный обнаружитель с разной весовой обработкой в каналах и со стабилизацией вероятности ложной тревоги, предлагаемый для уменьшения потерь при обнаружении малоразмерной цели на фоне боковых лепестков сжатых сигналов мощных целей. Выигрыш от применения такого обнаружителя в среднем составляет 1...3 дБ относительно обнаружителя с одним каналом.

Второй существенный результат – это оценка выигрыша от использования предлагаемого автором сигнала с нелинейной ЧМ.

И, наконец, сделаны предложения по выбору режимов обработки и даже самих зондирующих сигналов в зависимости от величины доплеровской частоты, правда, при этом автор не дает рекомендаций, как на практике должна проводиться такая оперативная специализация РЛС обзора.

В третьем разделе проведен анализ характеристик РЛС при использовании алгоритмов обнаружения с некогерентным накоплением пачки импульсов, позволяющих повысить эффективность защиты от различных помех типа отражений от "ясного неба", несинхронных сигналов и т.п., а также разрешать неоднозначность при наличии сверхрефракции.

При прочтении текста диссертации сложилось впечатление, что она в большей степени направлена на получение практического результата без особых претензий на научные обобщения. Все предлагаемые методы, в сущности, являются эвристическими, что несколько не умаляет их ценности, поскольку те практические рекомендации, которые в ней сформулированы, получены в результате квалифицированного использования проверенных математических методов и данных, полученных методом статистических испытаний, то есть, достаточно убедительно обоснованы.

Новизна работы заключается в том, что автором впервые:

Предложен двухканальный обнаружитель ЛЧМ сигналов со стабилизацией вероятности ложной тревоги, в одном из каналов которого применяется весовая обработка, позволяющий обнаруживать малоразмерные цели на фоне мощных сигналов от других целей, принимаемым по боковым лепесткам сжатого сигнала. Новизна подтверждается полученным патентом на изобретение.

Предложено применение сигнала с нелинейной частотной модуляцией с низким уровнем боковых лепестков для обнаружения аэродинамических целей в диапазоне частот Доплера 0... 12 кГц (по модулю), наблюдаемых на фоне других близкорасположенных по дальности аэродинамических целей мощностью до 30 дБ, при этом отсутствуют потери на весовую обработку, пороговый сигнал относительно обнаружителя невзвешенного ЛЧМ сигнала меньше на 3,5 дБ.

Для уменьшения потерь при низкой частоте дискретизации предложено использовать додетекторную или последдетекторную интерполяцию пика амплитуды сигнала. Показано, что при отсутствии весовой обработки эффективно и достаточно использовать всего 2 канала некогерентного интерполятора по критерию минимума СКО, а при применении весовой обработки по Хэммингу эффективно применение квадратурного интерполятора; выигрыш в пороговом сигнале при этом составляет до 1,5 дБ и 0,4 дБ соответственно.

Предложен алгоритм некогерентного накопления с частотным порогом для пачки импульсов с двумя параметрами модуляции, алгоритм некогерентного накопления с частотным

порогом для сигнала с периодической частотной модуляцией и для пачек ЛЧМ импульсов, излучённых в одном угловом направлении. Для получения выигрыша во времени предложено использовать межлучевую обработку.

Разработан алгоритм обнаружения, обеспечивающий высокую вероятность классификации сигнала от движущейся цели и помех типа отражений от «ясного неба», несинхронного сигнала, несинхронной импульсной помехи, помех вследствие сверхрефракции.

Замечания по работе

1. Почти все исследования и выводы диссертации проведены в предположении, что сигналы (полезные и помехи) вызваны “точечными” отражателями, что упрощает анализ, но далеко не всегда соответствует действительности.

2. При анализе проблемы оценки частоты Доплера по умолчанию предполагается, что расстояние до цели уже точно измерено, то есть, полностью игнорируется и даже не упоминается вопрос о частотно-временной неопределенности ЛЧМ сигнала.

3. Неясно, почему автор при оценке потерь обнаружения, используя, фактически, ту же методику, не рассмотрел вопрос о разрешении хотя бы точечных целей, несмотря на то, что эта проблема обозначена в названии диссертации. Или же вопрос о разрешении абсолютно безболезненно исключить из названия.

4. В целом диссертация написана достаточно ясным литературным языком. Но автор повсеместно использует не совсем удачный корпоративный термин “потери обнаружения” (Обнаружение – это действие, процесс. О какой потере процесса идет речь?), и только на с. 31 диссертации дается его количественное определение. В автореферате этот термин не определяется вообще. То же самое относится и к термину “цензурирование”. Кроме того, слишком частое использование аббревиатур экономит несколько листов бумаги, но заметно затрудняет чтение.

Несомненным достоинством выполненной работы являются ее практическая направленность, выразившаяся в перечне исследованных вопросов и оценке наиболее важных показателей помехоустойчивости. Оцененные выигрыши даже в единицы децибел можно считать весьма хорошим результатом. Но вопросы технической реализации предлагаемых методов с оценкой их аппаратурной и вычислительной сложности можно было бы рассмотреть подробнее, тем более, что ряд результатов диссертационной работы уже используется, о чем свидетельствует акт внедрения в АО «НПО НИИИП-НЗиК», подтверждающий практическое применение основных результатов работы.

Заключение

Отмеченные недостатки не изменяют общего положительного впечатления от работы. Избрав конкретный путь решения задачи, автор демонстрирует грамотное использование методов статистического анализа и моделирования систем. Результаты достаточно полно освещены в публикациях автора, неоднократно обсуждались на различных конференциях, автореферат диссертации хорошо отражает ее содержание.

Диссертация Елагиной К.А. на тему «Адаптивные алгоритмы обнаружения и разрешения ЧМ сигналов в РЛС обзора при сложном помеховом воздействии» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для повышения помехоустойчивости радиолокационных систем.

В целом, диссертация Елагиной К.А. обладает внутренним единством, соответствует паспорту специальности и требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г., N 842, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – радиолокация и радионавигация.

Профессор, доктор технических наук, профессор кафедры радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

Юрий Павлович Акулиничев

01.06.2017 г.

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, сайт: <http://www.tusur.ru>,

Тел: (3822) 41-36-70, E-mail: ayur63@mail.ru

Подпись Акулиничева Ю.П. удостоверяю.

Секретарь ректората и ученого совета Прокопчук Е. В.

