

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ  
ДЛЯ ПРИЕМНОЙ ПОЗИЦИИ ИМПУЛЬСНО-ДОПЛЕРОВСКОЙ  
БИСТАТИЧЕСКОЙ БРЛС**

**Ховренков В.В.,**

**научный руководитель канд. техн. наук Лютиков И.В.**

*Сибирский федеральный университет*

*Институт военного обучения*

Воздушный бой – главный вид боевых действий истребителей ВВС. Основным видом современного воздушного боя является дальний всеракурсный групповой воздушный бой, в котором с одной стороны участвует минимум от 2 до 4 истребителей. Исход дальнего воздушного боя зависит от характеристик оружия и от характеристик бортовых радиолокационных станций (БРЛС), которые зачастую являются основным источником информации о воздушной обстановке, и во многом будет определяться качеством и своевременностью информации о воздушном противнике. Для истребителя задача обнаружения воздушных целей (ВЦ) является первичной и весомо влияющей на исход предстоящего воздушного боя. Поэтому для получения преимущества в предстоящем воздушном бою необходимо превосходство в дальности обнаружения и применения оружия.

Увеличение дальности обнаружения БРЛС современных истребителей позволяет: 1) увеличить располагаемое время лётчику на принятие (уточнение) решения на воздушный бой и своевременно начать манёвр; 2) успешно осуществлять самостоятельный поиск и уничтожение малозаметных, малоразмерных ВЦ; 3) эффективно применять ракеты дальнего воздушного боя.

Максимальная дальность обнаружения воздушной цели, реализуемая существующими алгоритмами для активных однопозиционных импульсно-доплеровскими БРЛС меньше необходимой дальности обнаружения, обусловленной современными требованиями к качеству обнаружения малозаметных, малоразмерных ВЦ, скрытности, максимальной разрешенной дальности пуска ракет. Возможности существенного увеличения дальности обнаружения ВЦ однопозиционной БРЛС ограничены из-за использования в существующих ИД БРЛС квазинепрерывного сигнала и, как следствие, больших потерь энергии, вызванных бланкированием приемника на время излучения зондирующих импульсов.

Данные обстоятельства обусловили применение двухпозиционных бистатических БРЛС, исключающих бланкирование сигнала в приемнике. Таким образом, необходимо разработать алгоритм, позволяющий увеличить максимальную дальность обнаружения ВЦ ИД БРЛС за счет выбора его оптимальной структуры и практической реализации путем соответствующей доработки программного обеспечения цифровых обнаружителей существующих ИД БРЛС при ресурсных ограничениях и обеспечиваемом качестве обнаружения не хуже имеющихся.

В бистатической ИД БРЛС эти недостатки могут быть устранены за счет использования в алгоритме обнаружения сигналов на тех частотах повторения, на которых происходит их частичное подавление плюс применять в практически реализуемом алгоритме рекомендуемые значения шагов сетки по каждому из априорно неопределенных случайных параметров. В качестве критерия достижения цели –

разработки алгоритма выбран условный максимум показателя: дальность обнаружения ВЦ. Таким образом, необходимо разработать алгоритм обнаружения воздушных целей для пассивной позиции ИД бистатической БРЛС, найти значения его варьируемых параметров, обеспечивающих максимальную дальность обнаружения при заданных ресурсных ограничениях и требуемом качестве обнаружения .

В качестве варьируемых параметров алгоритма выбраны следующие:

- а) размеры «зоны прозрачности» и временная сетка параметров настройки многоканального обнаружителя;
- б) количество частот повторения

Для устранения априорной неопределенности параметров принимаемого сигнала (пачки  $p$ /и на каждой частоте повторения) и тем самым увеличения степени согласованности его обработки предлагается в ИД БРЛС на каждой  $n$ -й частоте повторения «нарезать» сетку по ограниченной области параметрического пространства с определенными шагами по каждому из параметров: по углу места , азимуту , времени задержки , частоте Доплера . Таким образом, устройство, реализующее согласованную обработку сигнала, должно быть многоканальным по каждому из его параметров.

При этом оптимизацию в соответствии с заданным критерием увеличения условного максимума дальности обнаружения ВЦ по каждому из параметров сигнала можно осуществить методом покоординатного подъема по соответствующей нормированной функции рассогласования (в конечном счете – подъема по целевой функции).

Методика проведения исследования включает в себя методику расчета ресурсных затрат алгоритма, методику расчета вероятности ложной тревоги за обзор зоны обнаружения и выбора порогов обнаружения, модель оценки эффективности обнаружения и блок сравнения (выбора оптимальных в соответствии с заданным критерием значений варьируемых параметров алгоритма). Модель оценки эффективности построена на основе имитационного моделирования процесса обнаружения. В блоке формирования исходных данных задаются значения параметров, характеризующих принимаемые сигналы на каждой частоте повторения в ИД БРЛС с привязкой к шкале времени при одинаковом значении их энергии и спектральной плотности мощности шумов на входе ИД БРЛС.

Далее сформированные принимаемые ИД БРЛС сигналы поступают на вход синтезированного алгоритма.

После проведения ряда исследований в равных условиях были найдены значения варьируемых параметров разработанного алгоритма, обеспечивающие максимальный выигрыш в отношении «сигнал/шум» по мощности 2,6 дБ, а значит, и в дальности обнаружения в 1,16 раза относительно качества, обеспечиваемого близким к существующему алгоритмом обнаружения ВЦ для типовой однопозиционной ИД БРЛС.

#### Список использованной литературы

1. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра / Под ред. Е.А. Федосова. Монография. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004. – 816 с.: ил.
2. Тактика истребительной авиации в двух частях. – Монино: изд. ВВА им. Гагарина Ю.А., 1993.