

# ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССИВНЫХ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫХ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

А.А. Дмитренко, С.Ю. Седышев

Кафедра радиолокации и приемо-передающих устройств, Военная академия Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

E-mail: ales.dmitrenko@mail.ru

*Представлены результаты анализа зон действия, точностных и энергетических характеристик различных вариантов реализации разностно-дальномерного алгоритма определения пространственных координат источников радиоизлучения с взаимнокорреляционной обработкой в частотной области и минимизацией интервала обзора по разности времен запаздывания в сравнении с другими пассивными системами.*

## ВВЕДЕНИЕ

Многопозиционные пассивные радиолокационные комплексы (МП РЛК) позволяют решать весь перечень задач обеспечения безопасности воздушного пространства и управления воздушным движением. Кроме этого, МП РЛК обладают рядом преимуществ по сравнению с активными однопозиционными радиолокационными системами (РЛС), такими как скрытность, помехозащищенность и т.д. [1]. По этой причине исследования, направленные на детальное изучение их параметров и характеристик являются актуальными. В докладе приведены условия расчета и результаты сравнения зон действия комплексов пассивной локации (КПЛ) с различными способами определения пространственных координат источников радиоизлучения (ИРИ): угломерным, разностно-дальномерным (РД) и различного рода их комбинаций.

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КПЛ

С целью проведения сравнительного анализа по точностным возможностям определения пространственных координат различными способами был осуществлён модельный вычислительный эксперимент применительно к комплексам пассивной локации, реализованным на основе угломерного, разностно-дальномерного и угломерно-разностно-дальномерного (УРД) способов. Наиболее общей интегральной характеристикой того или иного способа обработки является рабочая зона КПЛ – часть пространства, в пределах которой отклонение оценок координат целей от их истинных значений не превышает максимально допустимых значений с вероятностью не хуже заданной. При расчетах принималось, что для горизонтальной плоскости допустимые ошибки не превышают 2500 м при  $P = 0,9$ . Характеристики антенн и приёмных устройств пеленгатора с узкой диаграммой направленности (ДНА) и приемных пунктов (ПП) с ненаправленными антеннами оставались неизменными. В качестве источников радиоизлуче-

ния рассматривались ответчик системы Мк-12 (длина волны 0,3 м, мощность передатчика 500 Вт, ненаправленная антенна) и обладающая более высокой скрытностью многофункциональная (МФ) РЛС истребителя (длина волны 0,03 м, мощность передатчика 100 Вт, излучение принимается по боковым лепесткам ДНА). Все рабочие зоны строились при идеализированных условиях, в которых не учитывались влияние кривизны земной поверхности, углы закрытия и другие факторы. Значения отношения сигнал/шум (ОСШ) принимались к обработке без учета ограниченности линейного участка тракта обработки сигналов. Результаты математического моделирования представлены на рис. 1.

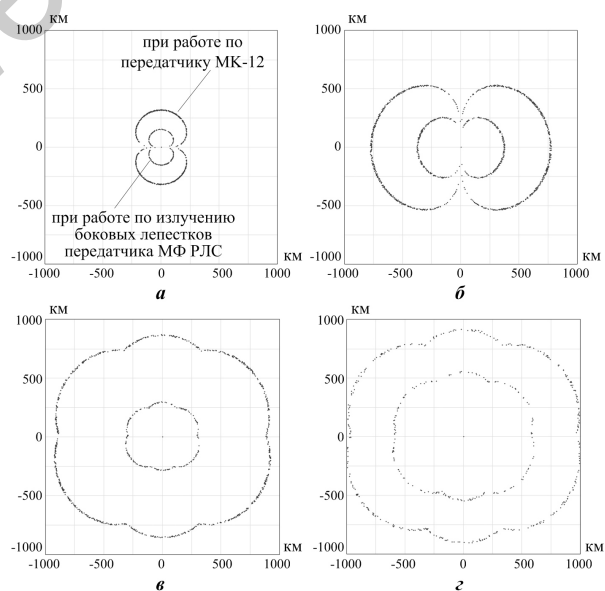


Рис. 1 – Рабочие зоны КПЛ с различными способами определения пространственных координат ИРИ: а) угломерный; б) угломерно-разностно-дальномерный; в) разностно-дальномерный; г) разностно-дальномерный с высоконаправленной антенной системой на ЦПП

Расчет величины отношения сигнал/шум (рис. 2) и значений среднеквадратичного откло-

нения (СКО) ошибок измерения пространственных координат (рис. 3) являлись этапами построения рабочих зон КПЛ [2,3]. Условия расчета ОСШ и СКО ошибок измерения являются частными для каждого из вариантов. Однако в совокупности с анализом результатов моделирования зон действия различных типов КПЛ представление зависимостей ОСШ и СКО ошибок измерения координат от дальности до ИРИ, получаемых в КПЛ различного типа представляет дополнительную информацию для проведения сравнительного анализа различных способов измерения пространственных координат в КПЛ.

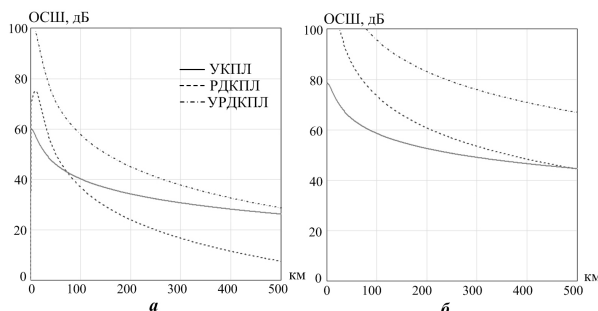


Рис. 2 – Зависимость величины ОСШ от дальности до ИРИ применительно к УКПЛ, РДКПЛ и УРДКПЛ: а) при работе по боковым лепесткам ДНА МФ РЛС; б) при работе по передатчику Mk-12

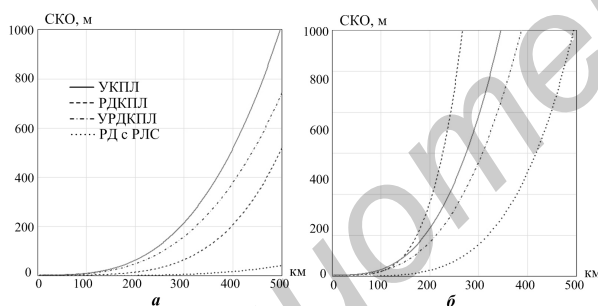


Рис. 3 – Зависимость величины СКО ошибок определения пространственных координат от дальности до ИРИ применительно к УКПЛ, РДКПЛ и УРДКПЛ: а) при работе по боковым лепесткам ДНА МФ РЛС; б) при работе по передатчику Mk-12

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя сравнительный анализ полученных характеристик и зависимостей можно сделать следующие выводы. Дальность обнаружения ИРИ угломерным комплексом (рис. 1.а) является наименьшей из анализируемых способов. Стоимость же комплекса может оказаться самой высокой вследствие необходимости применения двух и более пеленгаторов. Также необходимость согласования обзора пространства радиолокационного наблюдения по угловым координатам увеличивает сложность системы. Повысить пространственные возможности по обнаружению

ИРИ представляется возможным путем реализации угломерно–разностно–дальномерного способа определения пространственных координат [4]. Однако дальность обнаружения сигналов с малой энергией увеличивается незначительно и составляет порядка 250 км (рис 1.б). Также вследствие использования высоконаправленной антенной системы стоимость и сложность реализации скорее всего превысят аналогичные комплексы с применением ненаправленных антенн. Комплексы пассивной локации, использующие разностно–дальномерный способ определения пространственных координат, позволяют с высокой точностью определять местоположение ИРИ. Однако дальность обнаружения сигналов с малой энергией не превышает 270 км (рис. 1.в) и оказывается недостаточной для выполнения ряда задач. Использование в качестве одного из приемных пунктов высоконаправленной антенной системы при реализации разностно–дальномерного способа может улучшить возможности по обнаружению сигналов с малой энергией (рис. 1.г). Также информация об угловом положении ИРИ позволяет минимизировать интервал обзора по разности времен запаздывания, устранить неоднозначность оценок пространственных координат ИРИ в многоцелевой ситуации за счет избыточности радиолокационной информации [5]. Реализация данного способа позволит реализовать зону действия порядка 580 км по большинству источников излучений. Введение в базово–корреляционную систему определения разности времен запаздывания виртуальной антенной системы с имитацией вращения может позволить значительно упростить и снизить стоимость системы за счет отказа от использования реального пеленгатора при сохранении преимуществ его использования. Дальность обнаружения в этом случае уменьшается и становится сравнимой с дальностью обнаружения РД КПЛ с ненаправленными антеннами, однако вышеперечисленные преимущества использования пеленгатора остаются.

1. Westra, A. G., Passive Radar and the Future of U.S. Military Power / A. G. Westra // JFQ / issue 55. 2009. –Marine Corps Air Station Miramar, San Diego, California. –p.133 –146.
2. Охрименко, А. Е. Основы обработки и передачи информации: Учебник для высших училищ ПВО / А. Е. Охрименко // Минск: МВИЗРУ ПВО, 1990. – 181 с.
3. Ширман, Я. Д. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория: Справочник /Под ред. Я. Д. Ширмана. –Москва: АО «МАКВИС», АО «РЕ-АМ –Билдинг», 1998. –800 с.
4. Перетягин, И. В. Принципы построения комплексов пассивной локации ПВО / И. В. Перетягин, И. Ф. Полохин // Сб. докладов международной науч.-техн. конф. «Радиолокация, навигация, связь». –В. 3. – Ч 2. – Воронеж, 2006. –10 с.
5. Дмитренко А. А., Седышев С. Ю., Горшков С. А. // Устройство быстрого обзора по разности времен запаздывания в корреляционно-базовых комплексах пассивной локации. Патент РБ №9543. 17.06.2013.