

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ФАЗОВЫХ СУММАРНО-РАЗНОСТНЫХ МОНОИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДОЛЬНОГО СИНТЕЗА АПЕРТУРЫ

Из анализа базовых схем фазовых суммарно-разностных систем следует, что в основном в этих схемах ограничиваются классическим построением каналов приема сигналов. Для повышения помехоустойчивости и точности автосопровождения целей по угловым координатам необходимо переходить на уровень межпериодной обработки сигналов

фазовая система, моноимпульсная система, помехоустойчивость, разрешающая способность, автосопровождение, обработка сигналов

Постановка проблемы

Одной из актуальнейших проблем современной радиолокации является проблема дальнейшего повышения точности и разрешающей способности при определении угловых координат движущихся целей.

Связь с важными научными и практическими задачами

Важность и практическая значимость решения соответствующих задач связаны с эффективностью функционирования современных средств радионавигации, картографирования, средств управления воздушным движением, а также средств аэрокосмического дистанционного исследования и др.

Одной из важнейших задач в рамках указанной проблемы является исследование возможности применения продольного синтеза апертуры в фазовых суммарно-разностных системах.

Анализ последних достижений

Анализ показал, что на вооружении ведущих стран мира применяются в основном РСА бокового обзора и практически отсутствуют сведения о применении метода синтезирования апертуры при встречном облучении цели [1]. Предварительный анализ показал, что применение продольного синте-

за позволило бы существенно улучшить характеристики бортовых РЛС перехвата и прицеливания при поражении воздушных целей, а также повысить потенциальные возможности применения фазовых суммарно-разностных систем.

Цель работы

Оптимизация обработки сигналов в суммарно-разностных фазовых моноимпульсных системах с использованием продольного синтеза апертуры (ПСА).

Основной материал

Суммарно-разностные радиотехнические системы сопровождения целей относятся к классу моноимпульсных систем, осуществляющих как некогерентное, так и когерентное сравнение сигналов в течение каждого принятого импульса в отдельности.

При ПСА эти системы должны быть дополнены устройствами когерентного сравнения и накопления импульсов, принятых в различных периодах их повторения, т.е. должны быть дополнены каналами когерентной межпериодной обработки.

В типовых суммарно-разностных системах импульсы, принятые в различных периодах их повторения, как правило, являются некогерентными. По-

высокоточных оценок отклонений цели от линии равносигнального направления.

В этом случае базовые моноимпульсные системы обеспечивают грубые оценки угловых координат целей. Одновременно высокоточные оценки координат целей формируются на основе обработки выходных сигналов ПСА.

Рассмотрим влияние дестабилизирующих факторов на функцию неопределенности (ФН) в предложенной схеме с фазовым суммарно-разностным сравнением сигналов. ФН в этом случае имеет вид:

$$G(\chi, t) = \sin \left[\pi \frac{\chi - 15}{2(R_0 - Vt) \cdot 0.003} \right] - \sin \left[\pi \frac{\chi + 15}{2(R_0 - Vt) \cdot 0.003} \right]. \quad (5)$$

Рис. 2 иллюстрирует идеальную ФН при отсутствии дестабилизирующих факторов.

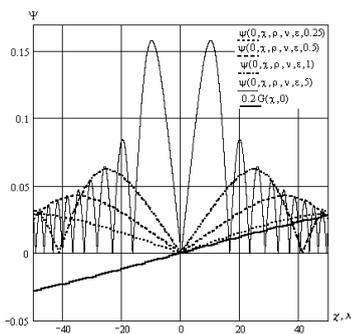


Рис. 2. График ФН для ПСА в суммарно-разностной системе

На рис. 3, 4 показаны результирующие разностные графики ФН (по модулю), соответственно рассчитанные при значениях нестабильностей $\varepsilon = 10^{-3}$, $\varepsilon = 10^{-6}$.

Из графиков видно, что при $\varepsilon = 10^{-3}$ ФН полностью разрушена, но уже при $\varepsilon = 10^{-6}$ и ниже ФН практически совпадает с идеальной вплоть до времен синтеза $T = 5$ с. Графики построены для значений $V = 150$ м/с, $\lambda = 0,03$ м, $R_0 = 3000$ м, $\rho = \nu = 0$.

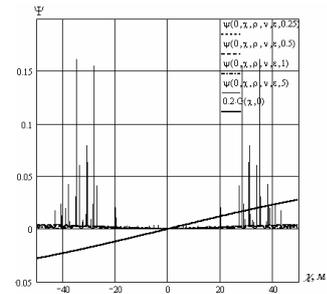


Рис. 3. Графики ФН при $\varepsilon = 10^{-3}$

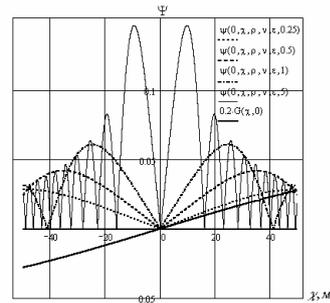


Рис. 4. График ФН при $\varepsilon = 10^{-6}$

На рис. 5, 6 аналогичные графики построены для значений погрешностей в определении скорости $V = 150$ м/с при $\rho = 0$ нестабильностей $\varepsilon = 10^{-3}$, $\varepsilon = 10^{-6}$.

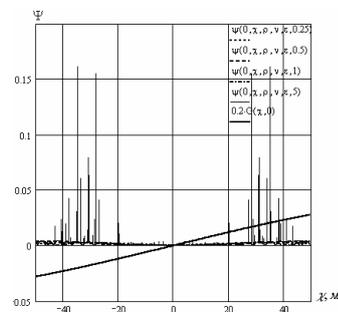


Рис. 5. Графики ФН при $\varepsilon = 10^{-3}$

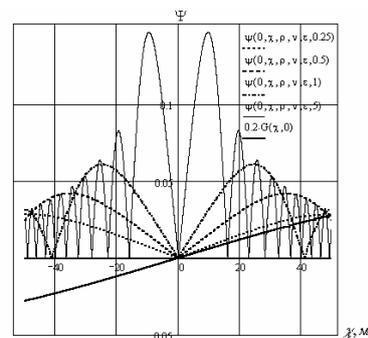


Рис. 6. График ФН при $\varepsilon = 10^{-6}$

Из графиков видно, что при $\varepsilon = 10^{-3}$ ФН полностью разрушена, но уже при $\varepsilon = 10^{-6}$ и ниже ФН практически совпадает с идеальной вплоть до времен синтеза $T = 5с$. Графики построены для значений $V = 150м/с$, $\lambda = 0,03м$, $R_0 = 3000м$, $\rho = 0$.

На рис. 7 аналогичный график построен для значений погрешностей в определении скорости $v = 0,05м/с$ при $\rho = \varepsilon = 0$.

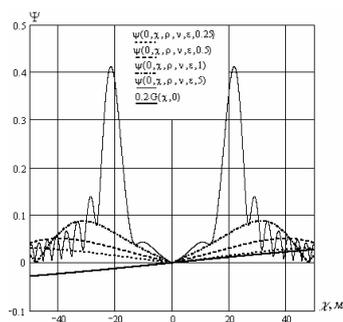


Рис. 7. График ФН при $v = 0,05м/с$

Из графика видно, что с увеличением погрешностей крутизна разностной ФН в области равносигнального направления уменьшается, но увеличивается крутизна на некотором удалении от него, что связано с увеличением боковых лепестков. Видно также, что требования к знанию скорости довольно жесткие.

Выводы

Представленная структурная схема суммарно-разностной фазовой системы с каналами когерент-

ной межпериодной обработки сигналов, обеспечивающих ПСА, позволяют повысить точности пеленгации целей и их автосопровождение, а также повысить потенциал применения этих систем.

Литература

1. Куртов А.И. ПСА с продольным синтезом апертуры - новый способ обнаружения, наблюдения, сопровождения и распознавания объектов. - Харьков: СНТ МР, 2002. С. 65 -69.
2. Куртов А.И., Бледнов В.И., Волосюк В.К., Кравец Л.Г. Оптимизация когерентной обработки сигналов в суммарном и разностном каналах моноимпульсного амплитудного радиовизира. / *Авіаційно-космічна техніка і технологія. Збірник наук. праць.* - Харків: НАКУ «ХАІ», 2001. вип. 22, - с. 126-134.
3. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации.- М.: Наука, 1970. – 480 с.
4. Первачев СВ., Валуев А.А., Чиликин В.М. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем. - М.: Сов. Радио, 1973. - 488 с.
5. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. Изд. 2. - М.: Радио и связь, 1984. – 346 с.

Поступила в редакцию 06.10.03

Рецензент: д-р техн. наук, профессор Волосюк В.К., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского „ХАИ“, г. Харьков