

АЛГОРИТМ КОМПЕНСАЦИИ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ ОТ НЕПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Зейя Вин. магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Гринкевич А.В. – канд. техн. наук, доцент каф. ИРТ

Аннотация: разработка алгоритма компенсации мешающих отражений от местных предметов и тем самым улучшения качества обнаружения и сопровождения воздушных объектов.

Радиолокационные системы маловысотного диапазона, особенно подвижные трехкоординатные радары, значительно подвержены воздействию мешающих отражений от неподвижных объектов. Эти отражения могут скрывать истинные сигналы, что затрудняет обнаружение малолетящих целей, представляющих значительную опасность из-за своей способности маневрировать вокруг рельефа местности. Поэтому существует критическая необходимость в эффективных механизмах компенсации, которые могут фильтровать эти помехи и улучшать способность радара различать истинные сигналы.

Алгоритм компенсации пассивных помех сосредоточен на использовании карт местных объектов для повышения точности обнаружения. Ниже изложены ключевые этапы его реализации:

1. Картирование местных объектов

Первым шагом является создание карты местных объектов, которые могут вызывать пассивные помехи. Эта карта формируется на основе данных, полученных из предыдущих сканирований радара и оценок окружающей среды. Объекты характеризуются по их отражающим свойствам и пространственному распределению.

2. Обработка сигналов

После установления карты радарная система использует нулевой доплеровский фильтр для обработки входящих сигналов. Алгоритм усредняет сигналы, полученные за определенное время, чтобы создать базу для сравнения. Обработанные сигналы затем записываются в основную карту помех и соответствующие ячейки дополнительной памяти, которые смещены на половину элемента разрешения. Эта стратегия двойного картирования позволяет перекрестно проверять данные и улучшает обнаружение истинных сигналов.

3. Настройка порога

Устанавливается адаптивный порог на основе пересечения основной карты и ячеек дополнительной памяти. Алгоритм определяет импульс, превышающий этот порог, как потенциальную цель, что позволяет более точно обнаруживать объекты при минимизации ложных тревог. Это особенно важно в динамичных условиях, где источники помех могут варьироваться.

4. Статистический анализ

Алгоритм включает статистические модели для оценки коэффициента подавления помех. Анализируя средний коэффициент подавления за несколько кругов радара, алгоритм может определить эффективность механизма компенсации. Учитываются такие факторы, как случайная природа помех и движение источника помех.

Результаты моделирования показывают, что предложенный алгоритм значительно улучшает способности обнаружения маловысотных радарных систем. Использование двух смещенных карт местных объектов увеличивает коэффициент подавления с 20 до 45, что указывает на заметное улучшение производительности алгоритма.

Дополнительные исследования показали, что алгоритм сохраняет высокие уровни подавления при изменении скорости помех, что подтверждает его устойчивость. Средний коэффициент подавления для улучшенной системы примерно в два раза выше, чем у традиционных систем, что иллюстрирует его эффективность в реальных приложениях.

Разработка алгоритма компенсации пассивных помех от неподвижных объектов представляет собой значительный шаг вперед в технологии радаров. Интеграция карт местных объектов, адаптивного порогового контроля и статистического анализа улучшает надежность систем радаров маловысотного диапазона.

Успешная реализация этого алгоритма не только повысит уровень обнаружения маловысотных целей, но и внесет вклад в общую ситуационную осведомленность в сложных операционных условиях. Будущие исследования будут сосредоточены на совершенствовании этих методов и изучении дальнейших улучшений интеграции киберфизических систем в технологии радаров.

Список использованных источников:

1. Гринкевич А.В. «Радиолокация», Минск, БГУИР, 2015, 216 с.
2. Дьяконов В.В., «Mathcad, специальный справочник» - СПб.: Питер, 2015, 832 с.
3. Кузьмин С.З., «Цифровая радиолокация. Введение в теорию.» - Киев: Изд. КбЦ, 2008, 428 с.
4. Кузнецов, Р. А. «Спектральные методы компенсации пассивных помех от неподвижных объектов в радиолокационных системах». *Радиоэлектронные системы*, 12(1), 101-112, 2023.
5. Калейчик, М.М. *Квалиметрия: учебное пособие* 5-е изд. / М.М. Калейчик – М.: МГИУ, 2007. 200с.: ил.
6. Григорьев, А. Е. «Эффективность методов пространственно-временной обработки сигналов для подавления пассивных помех». *Журнал радиосвязи*, 3(1), 25-38, 2025.