

АНАЛИЗ МЕТОДА НЕКОГЕРЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ СПЕКЛ – ШУМОВ

Полоцкий государственный университет, Беларусь
Становой А. О., Янушкевич В. Ф.

Янушкевич В. Ф. – к.н.т., доцент

Проведен анализ методов некогерентной обработки радиолокационных изображений. Наличие спекл – шума приводит к ухудшению дешифрируемости РЛИ, радиометрического разрешения и точности измерения компонентов радиолокационного портрета объекта, а также к повышению требований к каналу передачи данных и средствам отображения информации. Основным методом снижения спекл – шума является фильтрация (линейная, адаптивная и комбинированные методы) формируемого в результате синтеза амплитудного РЛИ или яркостного РЛИ. Главная процедура такой фильтрации – некогерентное накопление.

Радиолокационные системы землеобзора космического базирования являются эффективным средством получения оперативной и долговременной информации о состоянии и динамике объектов и районов земного шара в глобальных и региональных масштабах независимо от метеорологических условий и времени суток.

Научные и инженерные основы для реализации таких систем заложены в середине прошлого века. Они были подготовлены достижениями в области самолетного приборостроения, в том числе разработкой в НИИ – 17 панорамной РЛС «Кобальт» для бортового комплекса прицельного оборудования «Рубидий» бомбардировщика Ту – 4 (1949). С помощью этой аппаратуры решались задачи навигации и прицеливания по крупным площадным объектам в отсутствии оптической видимости. [1]

Совершенствование аппаратуры (внедрение перестройки частоты, цветной индикации, автоматического обнаружения объектов на земной поверхности и др.), а главное, переход от панорамных РЛС к радиолокаторам бокового обзора (РБО) с улучшенным угловым разрешением по азимуту (до 9...15 угл.мин), способствовало развитию нового применения радиолокации – землеобзора.

Интенсивные исследования по совершенствованию радиолокаторов землеобзора привели к созданию принципиально новых средств радиолокационного наблюдения – когерентных радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА), способные решать задачи радиовидения с пространственным разрешением в единицы и доли метра. [2]

Исторически сложилось, что космические РСА первого поколения имели разрешение по горизонтальной дальности около $\rho_y \approx 30$ м, более грубое, чем предельное разрешение $\rho_x \approx 5$ м, обусловленное горизонтальным размером используемых антенн ($D_{\text{хонт}} \approx 10$ м). Для синтеза РЛИ применяли оптические устройства обработки сигналов с выбором апертуры синтеза так, чтобы иметь одинаковое разрешение по обеим координатам. Имеющий запас длительности сигнала использовали для некогерентного накопления.

Метод, при котором в одном элементе разрешения синтезированной ДНА усреднялись РЛИ, полученные на разных доплеровских частотах (внутриэлементное некогерентное накопление), получил в зарубежной литературе название «Multilook». На рисунке 1 представлена структурная схема внутриэлементного некогерентного накопления. При цифровом синтезе РЛИ реализация внутриэлементного накопления обеспечивается путем разделения сигнала на субапертуры, когерентной обработки (синтез парциальных КРЛИ, полученных на разных доплеровских частотах с разными локальными углами скоса), детектирования и последующего суммирования парциальных РЛИ. Вместо временного разделения сигнала можно применить разделение азимутального спектра доплеровских частот на субспектры с последующим их синтезом, детектированием и суммированием парциальных РЛИ. Такую же операцию некогерентного накопления можно выполнять и по дальности. Принципиально число наблюдений не обязательно должно быть целым, например, при оптическом накоплении или при перекрывающихся субапертурах (субспектрах). [3-5]



Рисунок 1 – Структурная схема внутриэлементного некогерентного накопления

На рисунке 2 дана иллюстрация формирования РЛИ путем некогерентного накопления. Показаны парциальные РЛИ.

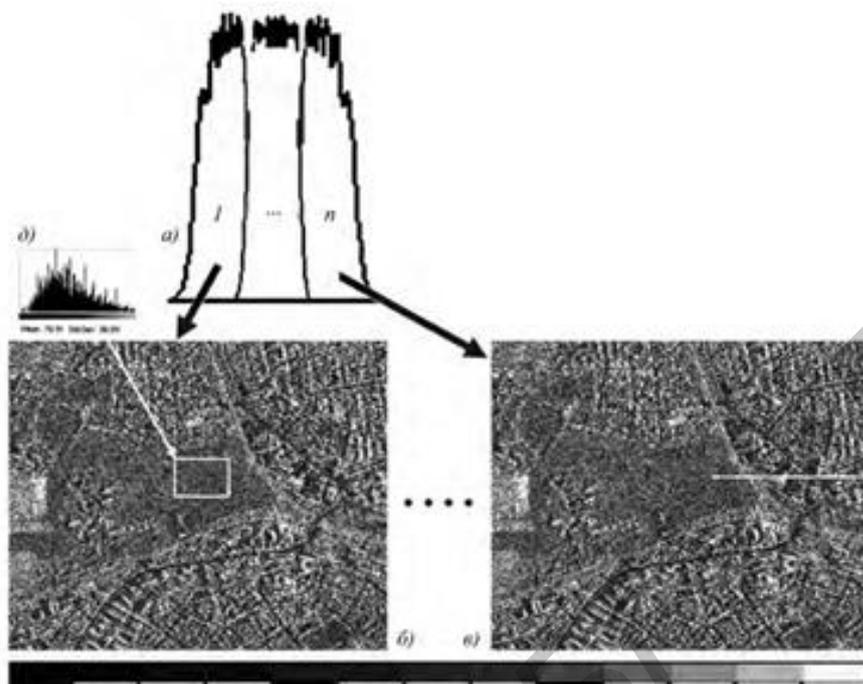


Рисунок 2 – Формирование РЛИ с некогерентным накоплением
а – субспектры сигнала; б, в – парциальные РЛИ, д – гистограмма пуга на исходном

Плотность вероятности распределения амплитуды на этом фрагменте близка к закону Рэля.

Рассмотренный на рисунке 2 случай некогерентного накопления дает прямой выигрыш в улучшении радиометрического разрешения пропорционально квадратному корню из числа наблюдений. Однако его реализация без потери пространственного разрешения возможна только при наличии запаса по независимым наблюдениям, например, в космических РСА среднего разрешения (30 м), предназначенных для дистанционного зондирования Земли. В РСА высокого разрешения обеспечивается в прожекторном режиме съемки путем увеличения времени наблюдения и реализации когерентной и некогерентной обработок радиолограмм.[6-7]

Методы радиолокационных систем землеобзора космического базирования требуют комплексного подхода для получения оперативной и долговременной информации о состоянии и динамике объектов и районов земного шара в глобальных и региональных масштабах независимо от метеорологических условий и времени суток. Оптимизация характеристик зондирующих сигналов и РТС поиска будет способствовать успешному решению задач космического базирования. Применение внутриэлементного некогерентного накопления дает выигрыш в улучшении радиометрического разрешения. [8-10]

Список использованных источников:

1. Верба, В.С., Неронский, Л.Б., Осипов, И.Г., Турук, В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Под ред. В.С. Вербы. – М.: Радиотехника, 2010. – 680 с.: ил.
2. Арманд, Н. А., Захаров, А. И. Современные спутниковые РСА системы для дистанционного зондирования земли: Достижения и перспективы // Труды конференции по ДЗЗ. Муром. 2003.
3. Белоуков, А. А. Методы сглаживания спекл – шума на радиолокационных изображениях земной поверхности // Зарубежная радиоэлектроника. 1990. № 6. С.26-35.
4. Антипов, В. Н., Горяинов, В. Т., Кулин, А. Н. и др. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны / Под ред. В. Т. Горяинова. М.: Радио и связь. 1988. 304 с.
5. Неронский, Л. Б. Перспективы совершенствования космических средств радиолокационного наблюдения земной поверхности // Научные технологии. 200. № 8 – 9. С. 66 – 87.
6. Богомолов, А.Ф., Жерихин, Н. В., Соколов, Г. А. «Венера – 15», «Венера – 16»: Радиолокатор с синтезированной апертурой на орбите ИСВ // Изв. ВУЗов. Сер. «Радиофизика». 1985, том XXVIII. № 3. С.259 – 274.
7. Буренин, Н. И. Радиолокационные станции с синтезированной антенной. М.: Сов. Радио, 1972. 160 с.
8. Елизаветин, И. В. Оценка влияния некогерентного накопления при обработке данных с космического аппарата // Исследование Земли из космоса. 1993. №1. С. 32 – 35.
9. Елизаветин, И. В., Гудилин, Д. С., Семенов, О. И. Сравнительная оценка фильтрации радиолокационных снимков с использованием вейвлет – преобразований // Аэрокосмические технологии: Труды Всероссийской научно – технической конференции (22 мая 2002г., Реутов, ФГУП «НПО машиностроения») / Под ред. Р. П. Симоньянца. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2003. С. 233 – 243.