

УДК 621.371.39

ФИЛЬТРАЦИЯ СПЕКЛ-ШУМА В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.О. СТАНОВОЙ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Ф. ЯНУШКЕВИЧ)

Представлены результаты фильтрации спекл-шума. Наличие спекл – шума приводит к ухудшению дешифрируемости радиолокационного изображения, повышению требований к каналу передачи данных, и средствах отображения информации, а так же радиометрического разрешения и точности измерения компонентов радиолокационного портрета объекта.

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 $\rho_r \approx 30$ м, более грубое, чем предельное разрешение $\rho_x \approx 5$ м, обусловленное горизонтальным размером используемых антенн ($D_{\text{ант}} \approx 10$ 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

В качестве шума принимаем сигнал, показанный на рисунке 2:

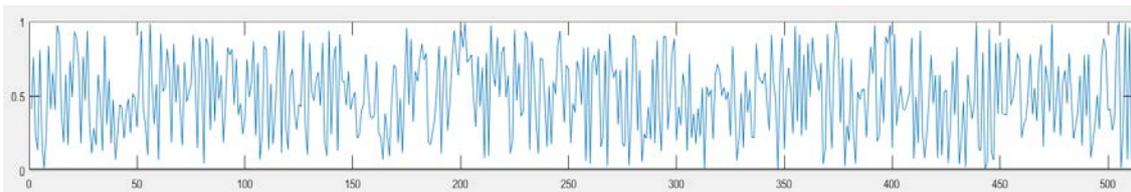


Рисунок 2. – Шум

В качестве входного сигнала будет 1-ая строка матрицы размером 512×512 показанная на рисунке 3:

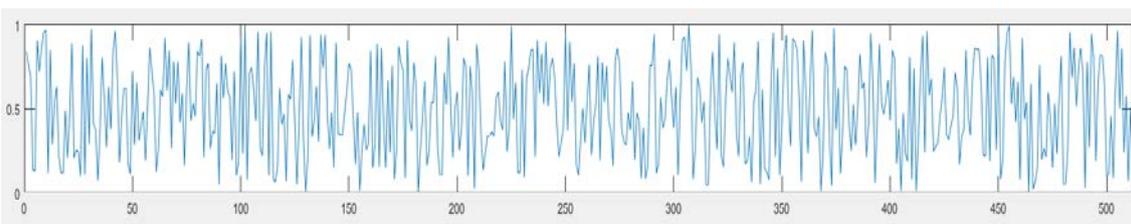


Рисунок 3. – 1-ая строка матрицы

Результатом перемножения строки матрицы на шум показан на рисунке 4:

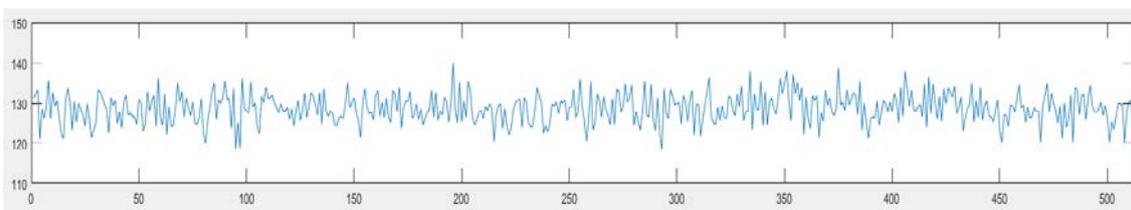


Рисунок 4. – Результат перемножения

В качестве фильтра у нас будет алгоритм скользящего среднего. Результаты представлены на рисунке 5:

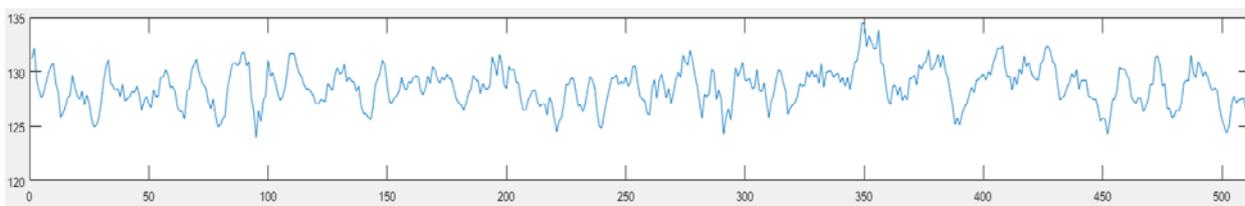


Рисунок 5. – Результат фильтрации

Проведенный анализ показал, что применение фильтрации спекл-шумов ведет к качественному улучшению технических характеристик систем обработки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / под ред. В.С. Вербы. – М. : Радиотехника, 2010. – 680 с. : ил.
2. Арманд, Н.А. Современные спутниковые РСА системы для дистанционного зондирования земли: Достижения и перспективы / Н.А. Арманд, А.И. Захаров // Труды конференции по ДЗЗ. – Муром, 2003.
3. Белоруков, А.А. Методы сглаживания спекл – шума на радиолокационных изображениях земной поверхности / А.А. Белоруков // Зарубежная радиоэлектроника. – 1990. – № 6. – С. 26–35.

4. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны / под ред. В. Т. Горянова. – М. : Радио и связь, 1988. – 304 с.
5. Неронский, Л.Б. Перспективы совершенствования космических средств радиолокационного наблюдения земной поверхности // Научно-технические технологии. – № 8–9. – С. 66–87.
6. «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. Гарбук, С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М. : Сканэкс, 1997. – 296 с.
9. Елизаветин, И.В. Оценка влияния некогерентного накопления при обработке данных с космического аппарата // Исследование Земли из космоса. – 1993. – № 1. – С. 32–35.