

Храмов К.К., Костров В.В., Смирнов М.С.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: hramovkk@gmail.com

### Алгоритм селекции движущихся целей с остановленным фазовым центром для программного комплекса формирования РЛИ РСА космического базирования

Как известно [1-2], одним из эффективных методов селекции движущихся целей (СДЦ) в радиолокаторах с синтезированием апертуры антенны (РСА) космического базирования является метод, использующий алгоритм с остановленным фазовым центром. В системе СДЦ с остановленным фазовым центром используется интерферометр с разнесенными антеннами либо приемная антенна с фазовыми центрами, которые разнесены вдоль линии пути носителя РСА.

Для подавления сигналов от неподвижных объектов и фона при использовании метода СДО с остановленным фазовым центром необходимы [3]: компенсация радиального движения КА РСА, задержка сигнала первого по ходу движения приемного канала для обеспечения синфазности сигналов, отраженных от неподвижных объектов, и вычитание выходных сигналов приемных каналов с последующим когерентным накоплением сигнала объекта на фоне шума приемника.

Рассмотрим алгоритм формирования радиолокационного изображения с системой селекции движущихся целей с остановленным фазовым центром (рис.1).

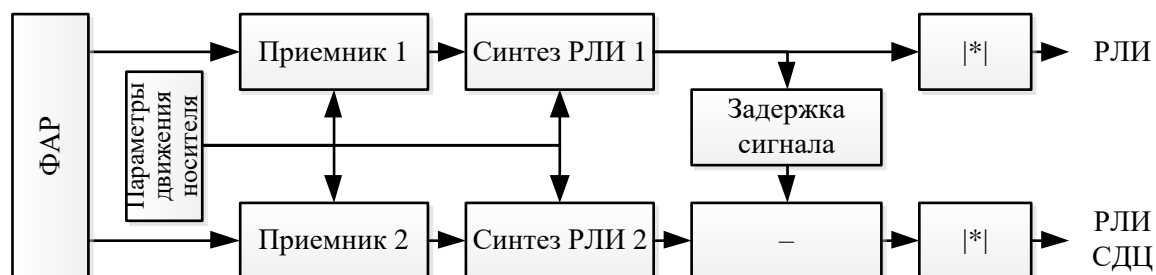


Рис.1. Модель формирования РЛИ с системой СДЦ с остановленным фазовым центром

Структура содержит два канала приема, соответствующих антенной системе с разнесенными фазовыми центрами. В каждом канале производится обработка траекторных сигналов РСА (синтез комплексных радиолокационных изображений) методом быстрой свертки. Задержка сигнала осуществляется в первом канале. Затем сформированные в каналах векторы комплексных отсчетов сигналов вычитаются. Таким образом, на выходе системы СДЦ получаем оценку доплеровского смещения частоты каждом канале дальности. Эти данные позволяют вычислить и оценить скорость движения объекта.

При использовании метода быстрой свертки для синтеза комплексных радиолокационных изображений необходимо формирование:

- комплексного спектра Фурье радиоголограммы по дальности и по азимуту;
- функции компенсации миграции дальности (для РСА с высокой разрешающей способностью);
- опорной функции по дальности и ее комплексного спектра;
- опорной функции по азимуту и ее комплексного спектра.

В качестве иллюстрации на рис.2 показаны результаты работы рассмотренного алгоритма СДЦ с остановленным фазовым центром, где приведен фрагмент исходной радиоголограммы (рис.2,а), а также результат синтеза РЛИ в одном канале приема (рис.2,б) и его последующей обработки системой СДЦ (рис.2,в). Эти результаты были получены для сцены, содержащей две смещенные по азимуту точечные цели (неподвижную и движущуюся с радиальной скоростью

$V_{п2} = 20$  м/с), при следующих параметрах РСА: высота орбиты носителя  $H = 510$  км; путевая скорость носителя  $V_0 = 7,61$  км/с; угол визирования  $\beta = 45^\circ$ , длина волны  $\lambda = 9,4$  см, разрешение по дальности  $\delta_y = 2,6$  м; азимутальное разрешение  $\delta_x = 2,7$  м.

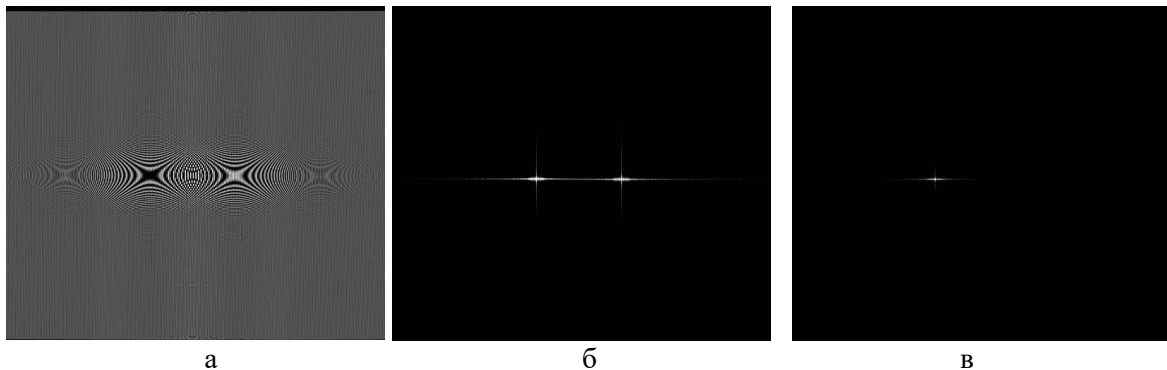


Рис.2. Результаты работы алгоритма СДЦ: фрагменты исходной радиоголограммы (а), яркостного РЛИ (б) и выходного изображения системы СДЦ (в) при наличии неподвижной (справа) и движущейся с радиальной скоростью (слева) точечных целей

В докладе подробно рассматриваются реализованные алгоритмы обработки сигналов, приводятся результаты их работы и характеристики системы при различных параметрах РСА, в том числе при наличии шума.

Полученные результаты были использованы при разработке программного комплекса формирования РЛИ РСА космического базирования.

#### Литература

1. Авиационные системы радиовидения / Под ред. Г.С. Кондратенкова. – М: Радиотехника, 2015. – 648 с.: ил.
2. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений / Под ред. Л.А. Школьного. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 531 с.
3. K.K. Khramov, and V.V. Kostrov, “Statistical Characteristics of the Moving Target Indication in Space-borne Interferometry Synthetic Aperture Radar,” 2019 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). Proceedings. Omsk, Russia, Nov. 5-7, 2019. DOI: 10.1109/Dynamics47113.2019.8944594