

Храмов К.К.

*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*

Сравнительный анализ метода селекции движущихся целей с остановленным фазовым центром и метода доплеровской фильтрации при маршрутном режиме съемки

Как известно [1-3], при организации режима селекции движущихся целей (СДЦ) в радиолокационных системах (в т.ч. космического базирования) стремятся выделить отраженные сигналы полезных (движущихся) целей и подавить сигналы от неподвижных объектов (местных предметов), подстилающих поверхностей, объемно-распределенных естественных и искусственных образований пассивных помех, фона местности.

Проведем сравнительный анализ двух методов селекции движущихся целей при их использовании в радиолокаторах с синтезированием апертуры антенны (РСА) космического базирования: метода доплеровской фильтрации и метода с остановленным фазовым центром для маршрутного режима съемки.

Для анализа были разработаны математические модели, в которых синтез радиолокационных изображений (РЛИ) реализуется по методу быстрой свертки, включающему в себя процедуру дискретного преобразования Фурье ДПФ (БПФ, FFT) входного сигнала; умножение ДПФ сигнала на ДПФ импульсной характеристики цифрового фильтра, вычисляемую, как правило, заранее; процедуру обратного БПФ (ОБПФ, IFFT) полученного произведения:

$$\dot{\rho} = IFFT\{FFT(\dot{U}) \times FFT(\dot{h})\}, \quad (1)$$

где $\dot{\rho}$ – отсчеты выходных сигналов; \dot{U} – отсчеты входных эхо-сигналов; \dot{h} – отсчеты импульсной характеристики цифрового фильтра (опорная функция). При этом для космических

РСА высокого разрешения необходим учет и коррекция миграции дальности [1, 3].

Структура моделируемой доплеровской системы СДЦ была представлена системой пространственных фильтров и устройства оценки скорости движения цели. При реализации модели системы СДЦ с остановленным фазовым центром, которая содержит два канала обработки РЛИ, учитывались [4]: 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.

В докладе приводятся полные математические выражения и модели систем СДЦ, реализующих рассматриваемые методы. Приводятся полученные числовые значения и характеристики для следующих основных параметров РСА космического базирования [4, 5]: высота орбиты носителя $H = 510$ км, путевая скорость носителя $V_0 = 7,61$ км/с, угол визирования $\beta = 45^\circ$, длина волны зондирующего сигнала $\lambda = 9,4$ см. Получены статистические характеристики анализируемых систем СДЦ при различных значениях скорости движения цели.

В исследовании, в частности, показано, что оба метода могут быть использованы для селекции движущихся целей, имеющих радиальную составляющую скорости, а также для ее оценки. На основе полученных данных дается характеристика области применимости каждого из методов, их возможности и недостатки.

Литература

1. Авиационные системы радиовидения / Под ред. Г.С. Кондратенкова. – М: Радиотехника, 2015. – 648 с.: ил.
2. 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.

3. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений / Под ред. Л.А. Школьного. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 531 с.

4. 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

5. E.F. Tolstov, V.V. Kostrov, and K.K. Khramov, "The Tangential Velocity MTI Algorithms in Space-borne Systems for Remote Sensing of the Earth," Journal of Physics: Conference Series, Volume 1632, Russian open scientific conference «Modern problems of remote sensing, radar, wave propagation and diffraction» (MPRSRWPД-2020) 23-25 June 2020, Murom, Russian Federation. DOI: 10.1088/1742-6596/1632/1/012018