

Оценка погрешности определения высот радиолокационным интерферометром с учетом влияния дестабилизирующих факторов

О.В. Горячкин^{1,2}, И.В. Маслов¹

¹Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

В исследовании предложена методика оценки погрешности определения высоты местности интерферометром, реализованным на базе высокодетального радиолокатора с синтезированной апертурой, учитывающая влияние шумов, параметры атмосферы, пространственную и временную декорреляцию, различные сценарии съемки. Проведены оценки погрешности определения высоты перспективной российской радиолокационной системы ДЗЗ.

Ключевые слова

Радиолокатор с синтезированной апертурой, РСА интерферометрия, влияние ионосферы Земли

1. Введение

В настоящее время услуги радиолокационной интерферометрической съемки широко востребованы на рынке данных систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) как основа для построения цифровых моделей рельефа высокой точности. В этой связи достоверная оценка погрешности определения высоты местности радиолокационным интерферометром важна не только для разработчиков космических систем, но и для потребителей данных ДЗЗ. Радиолокационная интерферометрическая съемка может быть выполнена в однопроходном и/или многопроходном (двухпроходном) варианте. Для обеспечения однопроходной интерферометрической съемки необходимо наличие двух космических аппаратов (КА) работающих в связке («тандеме»), в этом случае обеспечиваются наилучшие показатели качества интерферометрической съемки, однако при этом требуется синхронизация радиолокационных комплексов для реализации бистатического режима. Как альтернативный вариант может рассматриваться квази-однопроходная съемка двумя КА которые следуют друг за другом почти по одной и той же орбите и обеспечивают повторную съемку в пределах одного витка. В случае применения в космической системе одного КА возможно проведение двухпроходной интерферометрической съемки с минимальным временем повторения орбиты (несколько суток). В докладе представлена методика оценки погрешности определения высоты местности радиолокационным интерферометром для всех перечисленных случаев, а также с учетом влияния дестабилизирующих факторов, в том числе атмосферы Земли.

2. Оценка погрешности восстановления высоты местности космическим РСА интерферометром

Разработанная методика оценки погрешности определения высоты местности радиолокационным интерферометром основана на технике, использованной в [1]. В процессе расчета учитываются следующие факторы, влияющие на погрешность: 1) влияние аддитивных помех; 2) пространственная и временная декорреляция радиолокационных изображений; 3)

влияние атмосферы Земли. В рамках апробации разработанной методики проведен расчет характеристик существующих и перспективных радиолокационных комплексов ДЗЗ, например, в качестве исходных данных использовались предполагаемые параметры КА «Обзор-Р» с высокдетальным радиолокационным комплексом X-диапазона на борту, запуск которого в России планируется произвести в ближайшее время.

Оценка выполнялась для трех случаев при возмущенном и спокойном состоянии ионосферы: 1) Однопроходная интерферометрическая съемка двумя КА («тандем»); 2) Двухпроходная интерферометрическая съемка одним КА. В данном случае взаимная корреляция ионосферных флуктуаций равна нулю; 3) Расчет для случая квази-однопроходной интерферометрической съемки двумя КА.

При анализе погрешности рассматривалось отражение от стабильных отражателей с заданной ЭПР (точечная цель) и от поверхностно-распределенных целей.

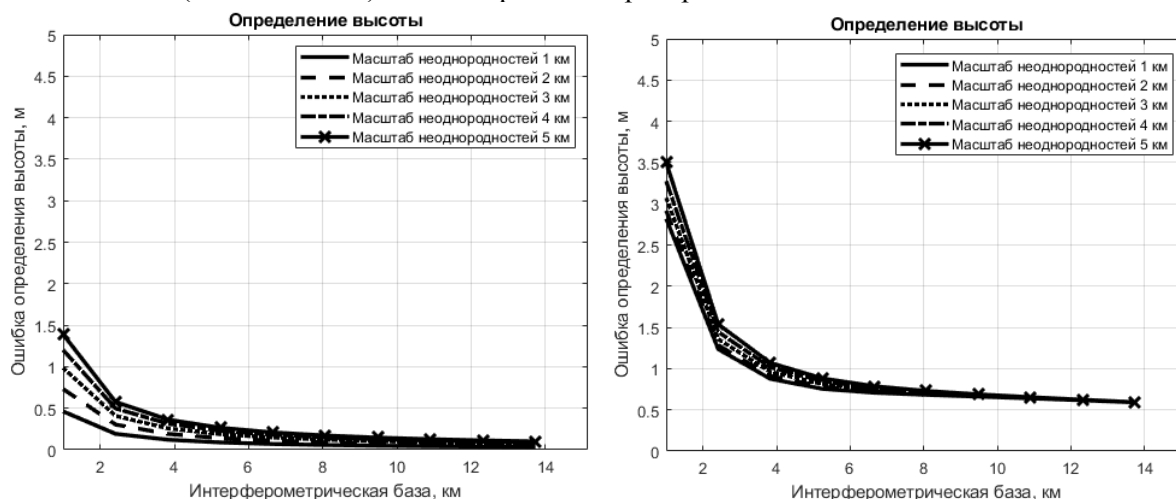


Рисунок 1: Зависимости погрешности определения высоты от размера интерферометрической базы, для точечной цели (слева) и протяженной цели (справа), угол визирования $\varepsilon = 46^\circ$, угол наклона базы $\alpha = 0^\circ$, для двухпроходного случая (возмущенная ионосфера)

3. Заключение

Разработанная методика может быть использована для прогноза качества радиолокационной интерферометрической съемки в различных конфигурациях. Для перспективной российской радиолокационной системы ДЗЗ, полученные оценки позволяют сделать следующие выводы:

1. При реализации тандемной съемки двумя КА точность восстановления высоты для точечной цели может составлять не более 0,25 метров и не более 1 метра для пространственно-распределенной цели.

2. При реализации двухпроходной интерферометрической съемки одним КА (повторяемость орбиты 4 суток) точность восстановления высоты для точечной цели не более 0,5 метра и около 1 метра для пространственно-распределенной цели.

3. При реализации квази-однопроходной интерферометрической съемки двумя КА, следующими друг за другом по «одной» орбите с интервалом около 45 минут, с точностью сопоставимой с тандемной съемкой, около 0,25 метра для точечной цели и около 1 метра для пространственно-распределенной цели.

4. Литература

- [1] Goriachkin, O.V. Azimuth Resolution of Spaceborne P, VHF-Band SAR // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. – 2004. – Vol. 1(4). – P. 251-254.