

Н.Д. Комиссарова, В.В. Шутова
Научный руководитель: доктор техн. наук, проф. В.В. Костров
Муромский институт Владимирского государственного университета
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, д.23
E-mail: merry55@mail.ru

Анализ влияния атмосферных искажений на качество формирования изображений радиолокационными станциями с синтезированием апертуры

Стремительное развитие и внедрение радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) позволяет конкурировать им с оптическими системами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1]. В настоящее время одним из наиболее перспективных РСА является TerraSar-X, использующий различные режимы съемки [2]. Данный спутник обеспечивает разрешение порядка 1,1 м в прожекторном режиме, причем усовершенствованный прожекторный режим позволил обеспечить пространственное разрешение до 24×85 см при уменьшении зоны съемки. Для решения проблемы достижения подобных тактико-технических характеристик РСА при обработке радиолограмм требуется разработка новых алгоритмов работы и учет всех возможных ситуаций и факторов, вызывающих искажение сигналов и, в конечном счете, радиолокационных изображений (РЛИ). К числу таких основных факторов в РСА ДЗЗ с высоким разрешением можно отнести миграцию сигналов по каналам дальности, отклонение траектории движения космического аппарата (КА) от круговой орбиты, а также явление рефракции радиоволн при распространении в пределах тропосферы.

Целью доклада является исследование влияния нижних слоев атмосферы на формирование радиолограммы и обработку траекторного сигнала для получения высококачественных РЛИ.

Установлено [3], что при прохождении радиоволн от КА до наземного объекта и обратно, наблюдается отклонение от расчетной линии пути распространения, т.е. за счет рефракции траектория сигнала искривляется и становится не прямолинейной. Это обусловлено изменениями значения коэффициента преломления волны в атмосфере, в которой наиболее существенное влияние оказывает зависимость коэффициента преломления от высоты. При анализе влияния и в расчетах атмосфера рассматривалась как слоистая структура, в каждом слое которой волна преломляется. Наибольшее внимание при исследованиях уделялось прохождению радиоволны через тропосферу, так как в ней содержатся гидрометеоры в жидком и твердом состояниях – капельки воды и снежинки. В тропосфере сосредоточена основная часть водяного пара. Учтено, что коэффициент преломления тропосферы зависит от давления, температуры и влажности [4].

Все экспериментальные исследования производились в высокодетальных режимах съемки и плоскости «наклонная дальность - доплеровская частота». Для примера рассматривался КА с высотой орбиты 550 км, РСА с фазированной антенной решеткой S-диапазона частот с размерами $3 \text{ м} \times 6 \text{ м}$, разрешение по наклонной дальности составляло 0,5 м. Был разработан алгоритм оценивания ошибки определения местоположения объекта, который необходимо учитывать при цифровой обработке сигналов, геореференцировании и привязки полученного РЛИ к цифровой карте местности.

Литература

1. Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования. – М.: Радиотехника, 2010. – 680 с.
2. Breit H., Fritz T., Balss U., etc. TerraSAR-X: SAR processing and products // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2010. Vol. 48. No. 2. – Pp. 727–740.
3. Горячкин О.В. Влияние атмосферы земли на деградацию характеристик изображений космических радиолокационных станций с синтезированной апертурой // Компьютерная оптика. 2002. Вып. 24. – С.177-182.
4. Колосов М.А., Арманд Н.А., Яковлев О.И. Распространение радиоволн при космической связи. – М.: Связь, 1969. – 156 с.