

РЛС С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Т.Корнеева

Космическим средствам разведки придается все большее значение и военные, и гражданские специалисты. Применение на борту космического аппарата РЛС с синтезированной апертурой расширяет возможности разведывательных средств, обеспечивая высокоточное наблюдение за действиями вероятного противника, создание подробных карт местности, уточнение традиционных карт и т.д. Большой интерес вызывают два проекта Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА), которые используют РЛС с синтезированной апертурой, размещаемые на космических аппаратах.

В течение многих лет основными датчиками, устанавливаемыми на космических аппаратах (КА), были датчики оптического диапазона, непосредственно обеспечивающие изображение объектов, которое не требует дальнейшей обработки. Однако возможности этих датчиков ограничены условиями освещенности просматриваемой территории, и сегодня все большее внимание военных и гражданских специалистов привлекают датчики СВЧ-диапазона, работающие на частотах от нескольких гигагерц до десятков гигагерц. На борту КА могут быть установлены как пассивные системы, принимающие излучение от находящихся на земле объектов, так и активные радиолокационные системы. Более высокие результаты можно получить при исполь-

зовании РЛС с синтезированной апертурой (РСА).

РСА устанавливают на несущей платформе (в данном случае на КА) таким образом, чтобы направляемый от станции луч был перпендикулярен вектору скорости КА (рис. 1). В РСА при движении КА путем когерентного суммирования сигналов, принимаемых за определенный период времени, происходит синтезирование антенной апертуры большой протяженности в направлении движения КА. Благодаря этому достигается высокая разрешающая способность РСА вдоль траектории КА при малых азимутальных размерах антенны, не зависящая от дальности до цели и рабочей частоты станции. В направлении, перпендикулярном движению КА, высокой разрешающей способности

можно достичь путем частотной модуляции излучаемого сигнала, наиболее подходящим видом которой служит линейная частотная модуляция. Угол падения луча РСА на землю обычно составляет 20–60° от вертикали, но может достигать и 70°.

Отличительное свойство правильно спроектированной РСА — ее гибкость, которая обеспечивает большое число рабочих режимов. Так, например, для детального обследования можно получить высокую разрешающую способность, сузив ширину радиолокационного луча на земле до нескольких километров, в то время как для панорамного обзора достаточно использовать более широкий луч и меньшую разрешающую способность. Кроме того, существует возможность повысить разрешающую способность путем сканирования лучом так, чтобы он оставался на выбранной цели во время прохождения над ней КА. Такой режим получил название “прожектор”.

Глобальная и региональная базы высокоточных данных, полученных при помощи РСА, мо-

гут быть использованы в гражданских целях для формирования подробных карт местности и уточнения традиционных карт, а также для получения трехмерных рельефных изображений местности. Военные ведомства используют данные РСА для оценки боевых возможностей вероятного противника, а станция может производить автоматический анализ этих данных за определенный промежуток времени в заданном регионе, что позволяет оценить изменение ситуации. Применение РСА имеет большое значение в период военных конфликтов, так как она позволяет производить высокоточное наблюдение за аэродромами, дорогами и другими стратегически важными объектами и своевременно обнаруживать наращивание военных сил. С помощью РСА можно также обнаружить перемещение морских судов. Несмотря на то, что изображение, формируемое РСА, в отличие от оптического изображения требует определенной расшифровки, во многих случаях оно дает более достоверную картину.



Рис. 1. Принцип работы РСА, расположенной на космическом аппарате



Так, при соответствующем выборе частоты излучения РСА (в нижней части спектра) возможно проникновение сигнала сквозь листву деревьев и другую растительность, что позволяет обнаруживать замаскированные цели. Оптическими датчиками обнаружить такие объекты невозможно. РСА обеспечивает выполнение многих задач, не доступных для оптических датчиков, например обнаружение кильватера корабля, изменения структуры почвы, которое может свидетельствовать о наличии мин или систем противотанковой защиты, присутствия военной техники в пустыне.

Разработка РЛС с синтезированной апертурой космического базирования включена в два перспективных проекта НАСА по изучению земной поверхности:

► проект SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) направлен на разработку РСА, размещаемой на КА "Шаттл", назначение которой – формирование глобальной цифровой карты воз-

будет использована учеными и промышленностью. Программа работ рассчитана на 3–5 лет. Финансирование проекта – из средств НАСА и промышленных предприятий.

ПРОЕКТ SRTM

Конечная цель работ по проекту SRTM – получение высокоточного топографического изображения большого участка земной поверхности, размеры которого зависят от ресурсов КА. В соответствии с проектом, на борту космического корабля "Шаттл" будет установлена интерферометрическая РЛС с синтезированной апертурой. Специалисты НАСА отмечают, что с помощью интерферометрической РСА можно сформировать карту местности с высокой точностью при любых погодных условиях, в том числе районов, скрытых облаками.

Для реализации интерферометрического метода необходимо производить измерения одновременно в двух разнесенных приемных позициях, для чего

шла полет в составе аппаратуры космического корабля Endeavour. Проведенные с ее использованием эксперименты подтвердили возможность применения интерферометрических методов для картографирования местности. При работе в режиме интерференционных измерений РЛС С-диапазона имеет следующие номинальные характеристики:

один со скоростью передачи 180 Мбит/с проводится их запись на магнитную ленту. При необходимости эти данные могут быть переданы на землю через каналы спутниковой связи. Окончательная обработка данных и формирование на их основе топографической карты будут произведены после завершения полета на земле в вычислительном центре. Пред-

Частота.....	3,9–6,2 ГГц
Поляризация.....	горизонтальная или вертикальная
Ширина всей просматриваемой зоны.....	218 км
Число одновременно сканирующих лучей.....	два (для каждой поляризации)
Пространственная разрешающая способность.....	30 м
Ширина полосы.....	10 МГц
Коэффициент шума системы.....	-35 дБ
Излучаемая мощность.....	1200 Вт (на каждую поляризацию)
Размеры основной антенны.....	0,74 x 12 м
Размеры вынесенной антенны.....	0,74 x 8 м
База интерферометра.....	62 м при отклонении от вертикали 45°
Длительность излучаемого импульса.....	34 мкс
Скорость передачи данных.....	180 Мбит/с (при четырех объединенных каналах)
Конечная разрешающая способность.....	30 x 30 м

Для проведения экспериментов по проекту SRTM аппаратура РЛС SIR-C/X-SAR практически останется без изменений, добавится лишь аппаратура для проведения интерферометрических измерений. Станция будет работать в С- и X-диапазонах, и на выносной мачте установят две приемные антенны. Мачта изготавливается из графитовой эпоксидной смолы, на концах ее закрепляются металлические наконечники. Такая конструкция в развернутом состоянии, при котором ее длина достигает до 60 м, обладает высокой жесткостью и механической прочностью. В сложенном состоянии размеры мачты составляют 1,4 x 3 м.

Данные, принимаемые от основной и вынесенной антенн по четырем каналам, проходят оцифровку, а затем в каждом канале происходит сжатие 8-разрядных сигналов до 4-разрядных. При этом скорость передачи данных каждого канала составляет 45 Мбит/с. После мультиплексирования данных всех четырех каналов в

полагают, что этот процесс займет не менее года.

Как отмечают специалисты, проект SRTM явится первым, в котором для интерферометрических измерений будет использована выносная антенна. Ожидается, что этот метод обеспечит высокую точность измерений и позволит сформировать топографическую карту земного шара с высокой точностью.

ПРОЕКТ LightSAR

Цель проекта LightSAR – создание недорогой аппаратуры, имеющей малые массу и объем, для высокоточных наблюдений за поверхностью земли. Аппаратура будет установлена на спутнике, высота орбиты которого 600 км. Сбор данных предназначен для научных и промышленных целей, поэтому в проектировании аппаратуры и в финансировании проекта участвуют четыре промышленных фирмы.

Планируемые во время полета наблюдения потребуют длительного периода времени. Так, для сбора большого объе-

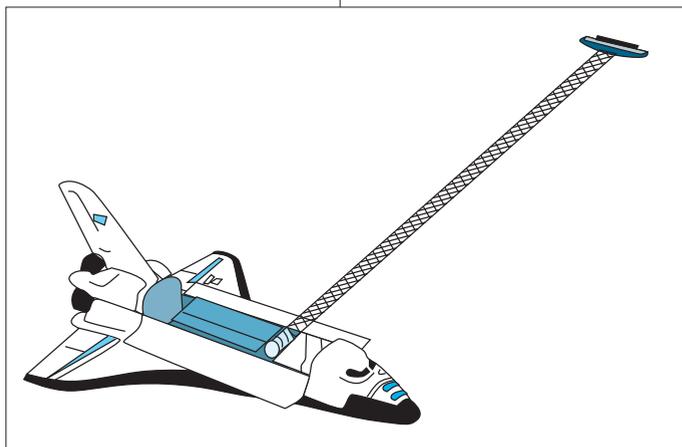


Рис.2. Конфигурация интерферометрического оборудования на корабле "Шаттл"

вышенностей в 2000 г. Наряду с НАСА проект финансируется Национальным агентством картографии США;

► проект LightSAR предусматривает создание РСА космического базирования по новейшим технологиям, позволяющим снизить массу аппаратуры и стоимость жизненного цикла. Информация, собираемая РСА,

предполагается использовать антенну, вынесенную за корпус КА (рис.2).

В качестве базовой конструкции РСА космического базирования выбрана РЛС SIR-C/X-SAR, работающая в трех частотных диапазонах – L (390–1550 МГц), С (3,9–6,2 ГГц) и X (5,2–10,9 ГГц). Эта станция дважды в 1994 г. успешно про-

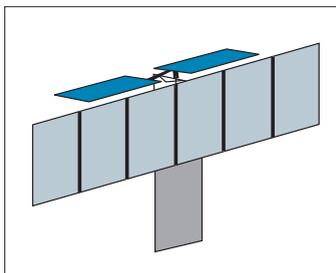


Рис.3. Конфигурация PCA LightSAR X-диапазона

ма информации о земной поверхности и ее изменениях необходимо 3–5 лет. Программой предусмотрены долгосрочные исследования изменений земной среды, влияния деятельности человека на земную среду, воздействия этих изменений на человека; исследования перемещений земной коры, что позволит предсказывать землетрясения, проявление активности вулканов; наблюдения за перемещением льдов, наводнениями и т.д. Полный обзор земной поверхности станция должна производить за 8–10 дней.

Измерительная аппаратура проекта LightSAR основана на РЛС с синтезированной апертурой и интерференционным ме-

тоде. В качестве рабочих диапазонов PCA выбраны диапазоны X и L, на которых можно получить достаточно высокую разрешающую способность при крупномасштабных геофизических измерениях. В варианте станции с X-диапазоном (рис.3) использованы активная ФАР, механическое сканирование луча влево или вправо, усилитель на ЛБВ, около 1000 приемопередающих модулей по 8 Вт (в ФАР), один вид поляризации, один режим работы. РЛС имеет следующие характеристики:

Размеры антенны	.....1,35(1,8)х2,9 м
Импульсная мощность	.....8 кВт
Длительность импульса	.....15 мкс
Ширина полосы	.....300 МГц
Частота повторения импульсов	.....15 кГц
Ширина облучаемого участка	.....10 км
Разрешающая способность	.....1х1 м
Число проходов	.....2
Скорость передачи данных	.....1200 Мбит/с

Вариант PCA L-диапазона (рис.4) использует активную антенну с электронным сканированием, механическое сканирование луча влево или вправо, распределенную ФАР, несколько видов поляризации, возмож-

ность работы в нескольких режимах (прожектора, сканирование лучом, повторного прохода). Характеристики станции:

Размер антенны	.....10,8х2,9 м
Импульсная мощность	.....8 кВт
Длительность импульса	.....15 мкс
Ширина полосы	.....80 МГц
Частота повторения импульсов	.....1,6 кГц
Ширина облучаемого участка	.....20 км
Разрешающая способность	.....3х3 м
Число проходов	.....2
Скорость передачи данных	.....150 Мбит/с

Разрешающая способность 1–3 м, достигаемая в PCA, удовлетворяет многим требованиям, например высокоточного картографирования поверхности земли, а также обеспечения данных для сопоставления с информацией, получаемой от оптических датчиков. Предусмотрен также обзор широким лучом, при этом зона обзора возрастает до 280 км.

При изготовлении аппаратуры используют перспективные технологии, в частности интегральные схемы СВЧ-диапазона (ММВС) и легкие материалы. По мнению специалистов, использование методов синтеза апертуры, различных режи-

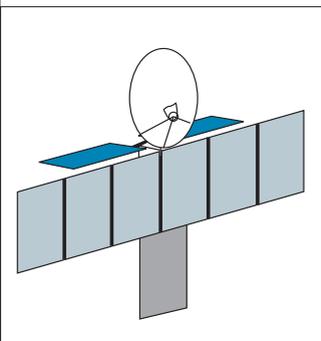


Рис.4. Конфигурация PCA LightSAR L-диапазона

мов сканирования лучом, нескольких видов поляризации, а также современной элементной базы позволит значительно повысить характеристики радиолокационных средств, не увеличивая объем и массу аппаратуры. Предполагается, что стоимость аппаратуры будет невысокой – на 25% ниже стоимости аналогичной аппаратуры, ранее используемой для выполнения этих задач.

ЛИТЕРАТУРА

IEEE AES Systems Magazine, 1998, v.13, №11, p.9–15
GEC Review, 1998, v.13, №3, p.131–139

Модификация парка самолетов C-130

ВВС США проводят капитальный ремонт бортовой радиоэлектронной аппаратуры оборонительного назначения всего парка самолетов C-130, предусмотренный программой модернизации бортовой аппаратуры самолетов C-130X (AMP), которая оценивается в 10 млн.долл. Модификации подлежат 525 самолетов, и график требует производительности от 65 до 85 самолетов в год до 2010 г.

В самолетах C-130 помимо совершенствования базовой аппаратуры ВВС намерены интегрировать оборонительную систему, включив в нее подсистему предупреждения о ракетном нападении AN/AAR-47, подсистему сбрасывания средств радиоэлектронного подавления AN/ALE-47, приемник системы оповещения о радиолокационном облучении AN/ALR-69 и станцию помех ИК-устройствам AN/ALQ-196. Все эти подсистемы, кроме того, будут интегрированы с радиочастотным приемником AN/APR-46, если он уже установлен.

Программа AMP предусматривает также модификацию самолетов AC-130H, AC-130U, AC-130E, MC-130H и EC-130E, которые получат усовершенствованную систему осведомления об обстановке вокруг самолета, информирующую экипаж об угрозе почти в реальном времени. В системе будет происходить корреляция и слияние данных от наружных и внутренних датчиков и формирование на дисплее цифровой карты обстановки вокруг самолета. Она обеспечит также возможность избежать угрозы с помощью изменения маршрута полета и интегрированного управления средствами радиоэлектронного подавления.

www.jedefense.com/updir/ecmon.html

Фирма Boeing модернизирует систему AWACS

По контракту с НАТО, стоимость которого составляет 450 млн.долл., фирма Boeing приступила к выполнению программы модернизации самолета с бортовой системой дальнего радиолокационного обнаружения и наведения (AWACS). В план модернизации включено совершенствование и интеграция основных составляющих системы – компьютеров, дисплеев, коммуникаций, подсистем навигации и идентификации цели.

Подсистема расчета выполнения задания будет иметь открытую архитектуру, что облегчит дальнейшее ее усовершенствование и снизит стоимость. Фирма установит плоские дисплеи, операционную систему Windows TM, обеспечивающую взаимодействие бортовых подсистем датчиков и экипажа. Модификация программы интеграции множества датчиков позволит ассемблировать всю информацию о цели в одну вычисляемую траекторию, индицируемую на новом дисплее, что приведет к повышению точности и надежности идентификации цели и процесса слежения. Цифровая коммуникационная система упростит доступ экипажа к имеющимся радиоканалам и обеспечит автоматическую запись/воспроизведение коммуникационной и дисплейной информации. Подсистема выполнения задания приобретет возможности спутниковой связи, позволяющей создать глобальные коммуникации с помощью скрытых спутниковых каналов. Модернизированная навигационная подсистема рассчитывается на использование глобальной навигационной спутниковой системы (GPS). Самолету будет добавлена также широкополосная ВЧ-радиосвязь.

Работы по модернизации первого самолета AWACS должны быть завершены к весне 2001 г. Модернизация остальных 17 самолетов будет осуществляться по новым контрактам.

www.jedefense.com/updir/ecmon.html