

Метод синтезированной апертуры

Выполнила: ст.гр.Ф-13-1

Винокурова Елена

Синтезирование апертуры (СА) - метод обработки сигналов, позволяющий существенно повысить поперечную линейную разрешающую способность радиолокатора относительно направления ДНА (диаграмма направленности антенны) и улучшить детальность радиолокационного изображения местности. Используется СА для получения радиолокационной карты (при картографировании), разведке ледовой обстановки и в других ситуациях. По качеству и детальности такие карты сравнимы с аэрофотоснимками, но в отличие от последних могут быть получены в отсутствие оптической видимости земной поверхности (при полете над облаками и ночью).

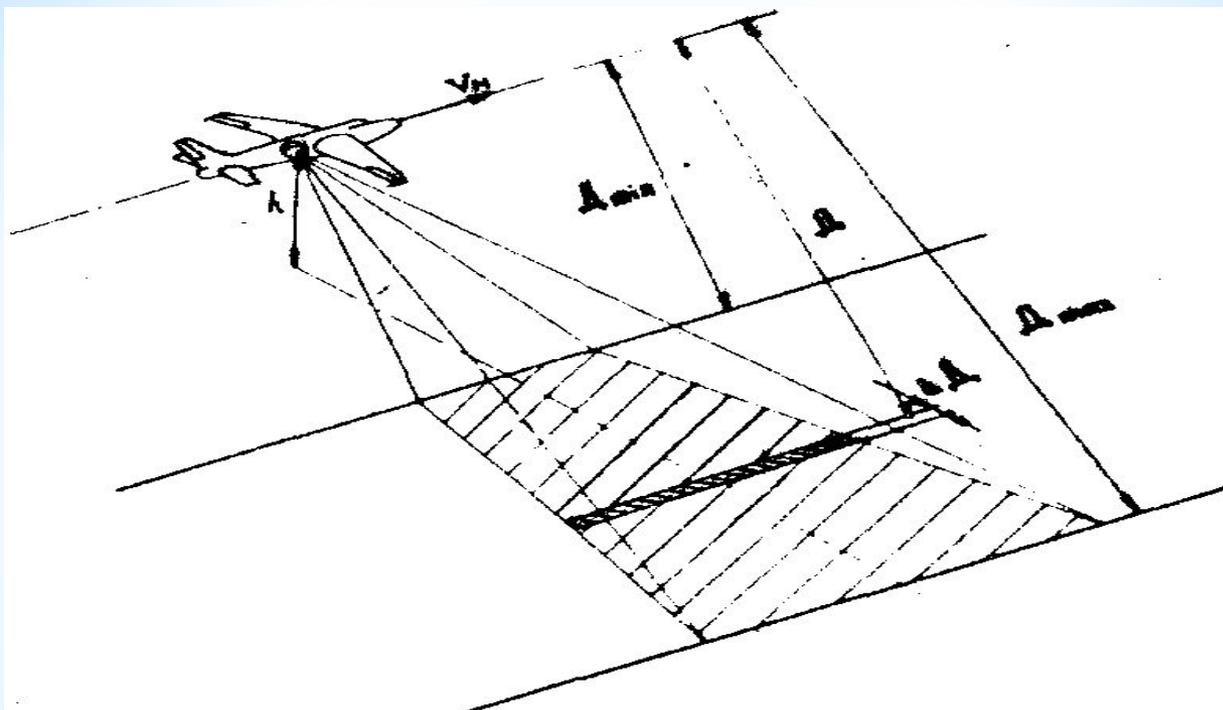
Метод синтезированной апертуры, позволяющий искусственно увеличить размер антенны РЛС, установленной на движущемся носителе и повысить тем самым разрешающую способность станции, представляет интерес для специалистов, работающих в области голографии. Этот интерес обусловлен прежде всего тем, что метод синтезированной апертуры является, по существу, разновидностью голографического метода регистрации волновых фронтов. Интересно также отметить, что разработчики этого метода - группа американских радиоинженеров, не были знакомы с принципами голографии и пришли к голографическому методу, пытаясь усовершенствовать РЛС, установленные на самолетах. При этом Лейтом и Упатниексом была предложена схема регистрации голограмм с внеосевым референтным пучком и получены высококачественные голограммы в оптическом диапазоне спектра. Эти результаты, в свою очередь, способствовали повышению интереса к голографии и бурному ее развитию.

В общих чертах РЛС с синтезированной апертурой представляет собой импульсный когерентный радар, который устанавливается на движущемся носителе. Приемо-передающая антенна радара повернута на угол, близкий к 90° по отношению к вектору скорости носителя (рис.1). Гетеродин станции вырабатывает гармонические колебания строго фиксированной частоты, которыми заполняются импульсы, излучаемые через антенну радара. Отражаясь от местности, эти импульсы поступают в приемный тракт РЛС, где после усиления смешиваются с сигналами гетеродина с учетом фаз.

Можно показать, что подобная регистрация сигналов эквивалентна записи радиоголограммы местности вдоль траектории движения носителя. В самом деле действие гетеродина станции эквивалентно действию опорной плоской волны, распространяющейся по нормали к траектории движения носителя. Радиоголограммы местности образуется в результате суммирования в приемном тракте станции волн, отраженных от местности с опорной волной. По сравнению с обычной голографической записью подобная запись характеризуется рядом особенностей, из которых мы отметим две:

1) регистрация голограммы местности осуществляется путем сканирования волнового поля в направлении движения носителя РЛС. При этом сканирующим приемником является антенна РЛС;

2) облучение объекта (в нашем случае местности) осуществляется не непрерывно во времени, а с помощью коротких импульсов излучения РЛС.



* Рис.1. Процесс облучения местности с помощью РЛС с синтезированной апертурой.

Сущность метода синтезирования апертуры с точки зрения эквивалентной голографической схемы заключается в регистрации радиоголограммы местности на большом участке траектории движения носителя. Как известно, предельная угловая разрешающая способность, которая может быть реализована в изображении, зарегистрированном с помощью голограммы, ограничивается дифракцией излучения на краях самой голограммы. В то же время разрешающая способность РЛС лимитируется дифракцией на антенне, размеры которой весьма ограничены. Поэтому, зарегистрировав радиоголограмму на большом участке траектории движения носителя, мы можем тем самым повысить разрешающую способность РЛС.

Под апертурой (раскрывом) понимается та часть антенны, которая участвует в излучении или приеме электромагнитной волны. Фронт волны - это поверхность равных фаз. В рассматриваемом случае это плоскость. Фаза электромагнитной волны вдоль апертуры (ось X) определяется запаздыванием фронта волны относительно центра апертуры:
где $\gamma(x)$ - расстояние от фронта волны до точки x на апертуре.

Основное отличие синтезированных (искусственных) апертур от обычных (реальных) апертур антенны состоит в том, что синтезированная апертура (СА) формируется последовательно во времени. В каждый данный момент прием электромагнитной волны ведется реальной апертурой, а синтезированная апертура является результатом последовательного во времени приема электромагнитной волны реальной апертурой при различном ее положении относительно источника электромагнитной волны.

Основные свойства синтезированной апертуры. Рассмотрим основные свойства синтезированной апертуры.

для бортовых самолетных и космических систем. Типовые значения относительных размеров апертур различных систем следующие:

Системы:	панорамные РЛС	РЛС бокового обзора	глаз человека	РСА	оптические системы
d/λ :	10...50	200...3000	$5 \cdot 10^3$	$10^3 \dots 10^5$	$10^4 \dots 10^6$

Благодаря большому размеру апертуры РСА возможно получение высокого линейного разрешения по угловой координате на больших дальностях:

$$\delta \ell = \theta_c R = 0,44 \frac{\lambda}{X_c} R.$$

Синтезированная апертура формируется в результате приема и обработки отраженных от цели сигналов, т.е. синтезированная апертура определяет ДН только на прием. ДН на передачу при синтезировании апертуры определяется ДН реальной антенны. Поляризационные и частотные свойства СА также определяются реальной антенной.

Энергетические характеристики СА (отношение сигнал/внутренний шум) определяются коэффициентом усиления реальной антенны и временем синтезирования, т.е. временем когерентного накопления сигналов. Помехозащищенность от внешних активных и пассивных помех определяется как ДН реальной антенны, так и направленными свойствами СА, т.е. пространственной селекцией помех.

Действительно, в каждом положении антенны при синтезировании апертуры мощность принятого сигнала определяется мощностью излучения и коэффициентом усиления антенны, а синфазное сложение этих сигналов при синтезировании эквивалентно накоплению энергии сигнала за время синтезирования при постоянной спектральной мощности внутренних шумов. По отношению к источникам внешних помех, кроме того, возможна угловая селекция, эффективность которой зависит от ДН реальной и синтезированной апертур.

Относительное перемещение антенны и объекта, необходимое для формирования СА, можно выполнить различными методами. Формирование СА в результате движения антенны при неподвижном объекте называют прямым синтезированием, а формирование СА при движении объекта и неподвижной антенне - обратным синтезированием. При этом возможно формирование СА в результате вращения объекта, что эквивалентно движению антенны вокруг объекта.

Спасибо за внимание!