

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО РАКУРСА НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ОБРАЩЕННОМ СИНТЕЗЕ АПЕРТУРЫ АНТЕННЫ ПО КОРПУСУ АВТОМОБИЛЯ

Гейстер А.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Малевич И.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь
E-mail: antony.heister@gmail.com

Аннотация — Рассмотрен метод поиска оптимального ракурса наблюдения при обратном синтезе апертуры антенны для построения азимутального радиолокационного портрета наземного транспортного средства. Метод основан на анализе выражения для доплеровской частоты сигнала, отраженного от точек на поверхности объекта, и его производных.

1. Введение

При обратном синтезе апертуры антенны (ОСАА) формируется азимутальный радиолокационный портрет (РЛП) объекта, представляющий собой совокупность комплексных амплитуд сигналов, принадлежащих элементам разрешения по азимуту, и характеризующий распределение отражательных способностей объекта.

Ракурс наблюдения объекта оказывает влияние на качество формирования РЛП.

2. Основная часть

В основе сверхразрешения по угловой координате при обратном синтезе апертуры антенны (ОСАА) находятся различия в изменении радиальных дальностей различных точек объекта, движущегося относительно фазового центра физической антенны неподвижного радиолокационного датчика (РЛД). При перемещении объекта относительно РЛД «блестящие» точки на поверхности объекта формируют отраженные сигналы, значение доплеровской частоты которых определяется изменением радиальной дальности «блестящей» точки — фазовый центр физической антенны РЛД».

Посредством анализа выражения для доплеровской частоты сигнала, отраженного от «блестящей» точки на поверхности корпуса объекта, и ее производных, возможно определить оптимальный диапазон углов наблюдения объекта, в котором обеспечивается наилучшее разрешение.

Так как доплеровская частота для точки, пересекающей линию базы, изменяется нелинейно [1], то имеется диапазон углов наблюдения, в котором существуют наибольшие различия в параметрах законов изменения фаз различных точек объекта. В диапазоне углов наблюдения обеспечивается наилучшее качество разрешения элементов объекта.

В соответствии с полученными ранее результатами [1], на графике закона изменения второй производной доплеровской частоты $f_d''(t)$ «блестящей» точки объекта имеются две точки, расположенные симметрично относительно линии базы, в которых модуль $f_d''(t)$ принимает максимальные значения.

Именно эти точки, характеризующиеся углами $\phi = \pm\phi_{opt}$, являются границами диапазона углов, в котором достигается наилучшее разрешение.

Эти значения могут быть найдены путем анализа третьей производной доплеровской частоты, которая при $\phi = \pm\phi_{opt}$ принимает значение, равное нулю.

Поведение $f_d'''(t)$ для центральной точки объекта иллюстрируется на рис. 1, при построении которого

полагалось следующее: $\lambda = 1,25 \cdot 10^{-2}$ м, $|V_t| = 5$ м/с, $y_0 = 25$ м, $x_{M0} = 50$ м, где λ — длина волны монохроматического зондирующего сигнала; $|V_t|$ — модуль скорости объекта, движущегося на приближение к РЛД; y_0 — расстояние от РЛД до края проезжей части; x_{M0} — начальное расстояние от РЛД до исследуемой центральной точки объекта.

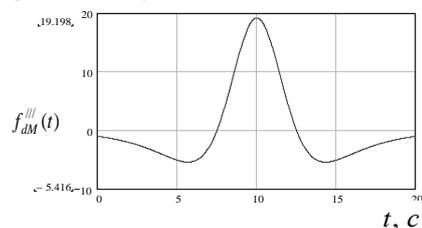


Рис. 1

Для заданных условий угол $\phi = \phi_{opt}$, при котором $f_d'''(t) = 0$, имеет значение $\phi_{opt} = 29,52^\circ$.

3. Заключение

Анализ параметров производных закона изменения фазы отраженного сигнала позволяет прогнозировать качество разрешения и выбирать варианты синтеза апертуры антенны, удовлетворяющие заданным критериям. Рассмотренный метод анализа выражений для доплеровской частоты сигнала, отраженного от «блестящей» точки на поверхности корпуса объекта, и ее производных, может быть использован как для прогноза качества разрешения, так и для оптимизации геометрических параметров расположения РЛД относительно линии перемещения объекта.

4. Список литературы

- [1] Гейстер С.Р. Спектрально-временная структура сигналов, отраженных от движущихся наземных объектов, в приложении к обратному синтезу апертуры антенны / С.Р. Гейстер, Н.Г. Пархоменко, А.С. Гейстер // Электромагнитные волны и электронные системы. — 2011. — Т. 16, №12. — С. 27 — 33.

DEFINITION OF THE OPTIMAL OBSERVATION ANGLE DURING THE ISAR IMAGING OF GROUND VEHICLES

Heister A.S.

Scientific adviser: Malevich I.Y.

Belarusian State University of Informatics
and Radioelectronics, Belarus

Abstract — A method of finding of the optimal observation angle during the ISAR to form of the azimuthal radar image of ground vehicles is considered. The method is based on the analysis of the expression for the Doppler frequency of signal reflected from the scatters on the object surface and its derivatives.