

Взаимосвязь пеленгационных характеристик с широкополосностью сигнала

Р.В. Первушин

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, 602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская д.23. E-mail: prv55@qip.ru

Представлены результаты моделирования влияния широкополосности принимаемого сигнала на пеленгационные характеристики фазового пеленгатора.

The results of modeling the effect of broadband reception of a signal on the direction-finding characteristics of the phase finder are presented.

Особенности применения широкополосных и сверхширокополосных сигналов при пеленгации объектов, с целью определения расстояния до них, освещены в ряде работ, в том числе в [1]. Улучшение пеленгационной характеристики фазового пеленгатора, при его переходе с гармонического сигнала на широкополосный, позволяет, в частности, снижать требования к антенным системам.

Пеленгационная характеристика пеленгатора, работающего с гармоническим (узкополосным) сигналом описывается выражением [1]:

$$\Psi_{\Gamma}(\alpha) = \cos \left[\frac{2\pi d}{\lambda_0} \sin \alpha \right], \quad (1)$$

где d - база пеленгатора;

λ_0 - рабочая длина волны.

Имеющий изотропные излучатели пеленгатор, наряду с главным лепестком имеет дифракционные лепестки, причем их амплитуда равна амплитуде главного лепестка. Наличие дифракционных лепестков приводит к неоднозначности определения истинного направления при пеленгации объекта. Неоднозначность в пеленгационной характеристике можно устранить введением вместо изотропных излучателей антенных систем с направленными свойствами [2]:

$$\Psi_{\Gamma_1}(\alpha) = F_{\Gamma}(\alpha) \cos \left[\frac{2\pi d}{\lambda_0} \sin \alpha \right], \quad (2)$$

где $F_{\Gamma}(\alpha)$ - диаграмма направленности каждого излучающего элемента антенной системы, имеющего размер D .

Подавление дифракционных лепестков происходит при условии, что ширина диаграммы направленности излучающих элементов будет уже, чем углы появления первых дифракционных лепестков. Для удовлетворительного подавления влияния дифракционных лепестков пеленгационной характеристики необходимо формировать антенную систему пеленгатора из элементов с линейными размерами сопоставимыми с размерами базы пеленгатора. Размеры же всей антенной системы могут вдвое превышать размеры базы, величина которой определяется необходимой точностью определения расстояния до цели.

Уменьшение габаритов антенной системы можно осуществить переходом от систем, работающих с узкополосными (гармоническими) сигналом к системам с широкополосными и сверхширокополосными сигналами. Пеленгационная характеристика в это случае описывается выражением

$$\Psi_{III}(\alpha) = \frac{\sin\left[\frac{\pi d \Delta f}{\lambda_0 f_0} \sin\alpha\right]}{\frac{\pi d \Delta f}{\lambda_0 f_0} \sin\alpha} \Psi_I(\alpha) \quad (3)$$

А соотношение размеров апертурной антенны размером D при использовании системы с гармоническим сигналом и системы с широкополосным сигналом с изотропными излучателями и базой d можно представить выражением

$$D = d \frac{\Delta f}{f_0}. \quad (4)$$

Относительная полоса частот определяется соотношением:

$$\eta = \frac{f_B - f_H}{f_B + f_H}, \quad (5)$$

где f_B и f_H - верхняя и нижняя частоты принимаемого сигнала.

Учитывая, что $f_B + f_H = 2f_0$, а $f_B - f_H = \Delta f$, выражение (8) принимает вид:

$$D = 2d\eta \quad (6)$$

Таким образом может быть показано, что улучшение пеленгационной характеристики в пеленгаторе с гармоническим сигналом можно добиться увеличением линейного размера апертурной антенны. Эквивалентное улучшение этой характеристики в пеленгаторе с широкополосным сигналом и изотропным излучателем – пропорциональным увеличением относительной полосы пропускания, то есть применением широкополосных и сверхширокополосных сигналов.

Переход в широкополосной системе от изотропных излучателей к апертурным антеннам приводит к дальнейшему сужению пеленгационной характеристики. Это вызвано сужением диаграммы направленности апертурных антенн при переходе на широкополосный сигнал.

В докладе приводятся результаты моделирования фазовых пеленгаторов для различных сочетаний антенных систем и видов сигналов (узкополосных, широкополосных, сверхширокополосных).

Литература

1. Костров В.В., Булкин В.В., Первушин Р.В. Особенности пеленгации источников шумовых сигналов. // Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике. Тр. Всерос. научн. конф. (1-4 июля 2003, Муром). Муром: МИ ВлГУ, 2003. – С. 400-404.
2. Первушин Р.В. Влияние широкополосности сигнала на диаграммы направленности зеркальных антенн. // Радиотехника, электроника, информатика: Сб. науч. Работ. Вып.3, - Муром: Изд.- полиграфический центр МИ ВлГУ, 2003,. – С. 63-65.