

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА МОЩНОСТИ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ ДВУХПОЗИЦИОННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ РЛС

С. А. Воронцова

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский
университет)»

При решении задач «воздух-воздух» наибольшие трудности для РЛС при обнаружении низколетящих воздушных целей (ВЦ) создают отражения от поверхности Земли (мешающие отражения - МО). Эти участки ограничиваются линиями равной дальности и линиями равных доплеровских частот.

Линии равных дальностей, лежащие на земной поверхности, являются сечениями круговых эллипсоидов с фокусами в точках расположения ПРМ и ПРД плоскостью земли XY и представляют собой эллипсы.

Уравнение линий равной дальности для двухпозиционной РЛС на земной поверхности:

$$\bar{y}_{эл.} = b \cdot \sqrt{1 - \frac{[-\bar{x} \cdot \sin \theta - H_R \cdot \cos \theta]^2}{b^2} - \frac{[B/2 + \bar{x} \cdot \cos \theta - H_R \cdot \sin \theta]^2}{a^2}},$$

где \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} - значения координат в новой системе отсчёта с началом координат в точке расположения ПРМ; B - база (расстояние между ПРД и ПРМ); H_R - высота полёта ПРМ; θ - угол между базой и её проекцией на землю, причём ПРМ выше ПРД.

Для двухпозиционной РЛС линию равных доплеровских частот можно построить из точек пересечения изодоп для носителя ПРД и носителя ПРМ, для которых сумма их доплеровских частот является величиной постоянной ($f_{дон.сум.} = const.$).

Уравнение линий равных доплеровских частот (квазигипербол):

$$y(f_{дон.R}) = \left(H_R \cdot ctg(\arccos(f_{дон.R} \cdot \lambda / v)) \right)^2 \cdot \left(1 + (x_{пересеч.}(f_{дон.R}))^2 / H_R^2 \right).$$

Конфигурация линий равных доплеровских частот и линий равных дальностей при этом будет иметь вид, изображенный на рис.1

Площадь участка МО для левой (II, III четверть) и правой (I, IV четверть) стороны:

$$S_{МО} = S_1 + S_3 - S_2 - S_4,$$

$$S_1 = \int_{x1}^{x2} D_{ГанR} \cdot \sqrt{(1+x^2)/H_R^2} dx \quad - \quad \text{площадь под квазигиперболой,}$$

соответствующей большей доплеровской частоте системы из пары квазигипербол, соответствующих границам ПП доплеровского фильтра;

$$S_2 = \int_{x1}^{x3} y_{эл1} dx \quad - \quad \text{площадь под первым эллипсом, соответствующим}$$

меньшей дальности из пары эллипсов, ограничивающих площадку МО;

$$S_3 = \int_{x2}^{x4} y_{эл2} dx \quad - \quad \text{площадь под вторым эллипсом, соответствующим}$$

большей горизонтальной дальности, отстоит на величину элемента разрешения, соответствующую длительности излучённого импульса;

$$S_4 = \int_{x3}^{x4} D_{ГанR} \cdot \sqrt{(1+x^2)/H_R^2} dx \quad - \quad \text{площадь под квазигиперболой,}$$

соответствующей меньшей доплеровской частотой.

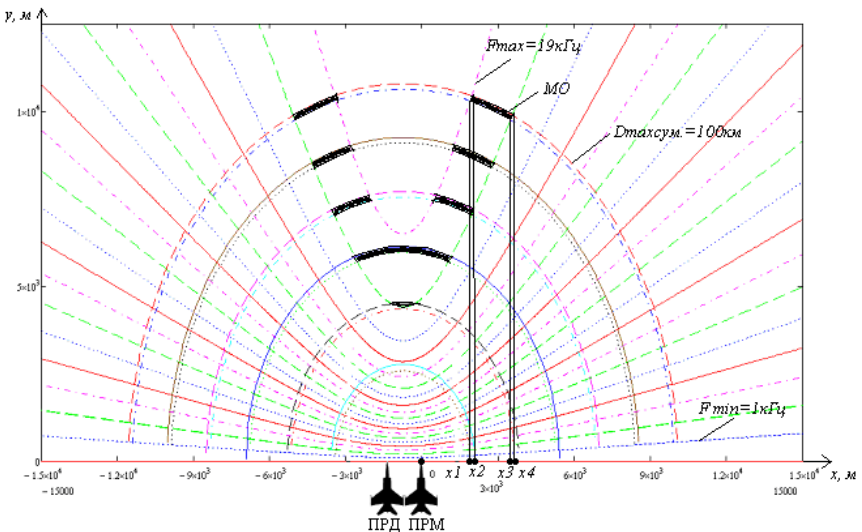


Рисунок 1 - Характерные участки МО РЛС с высокой частотой повторения импульсов для 19 доплеровских фильтров с $\Delta f = 1 \text{ кГц}$ при высоте носителей 2км и базе 1,5км

Пространственные углы между направлением на центр площадки (для I, II, III, IV четвертей) и направлением главного лепестка ДН ПРД и ПРМ.

$$\theta I(II, III, IV)_{ПРД(ПРМ)} = \arccos \left[\frac{\cos(\varphi_{у.м.I(II, III, IV)}) \cdot \cos(\alpha_{аз.} - \varphi_{аз.I(II, III, IV)}) \cdot \cos(\beta_{у.м.} - \varphi_{у.м.проект.I(II, III, IV)})}{\cos(\varphi_{у.м.проект.I(II, III, IV)})} \right]$$

Мощность мешающих отражений в верхней полуплоскости (с положительной доплеровской частотой)

$$PI(II) = \frac{P_{прд} \cdot G_a \cdot S_a \cdot FI(II)_{ПРД}(\theta I(II)) \cdot FI(II)_{ПРМ}(\theta I(II)) \cdot S_{плR}}{(4\pi)^2 \cdot R_{ПРД}^2 \cdot R_{ПРМ}^2} \cdot \sin(\varphi_{у.м.I(II)})$$

где FI , FII - КНД антенны ПРМ (ПРД) в направлении на участки МО в первой и второй четвертях,

G_a - коэффициент усиления антенны,

S_a - эффективная площадь антенны,

$P_{прд}$ - мощность передатчика,

$S_{пл}$ - площадь правого участка МО,

R_T, R_R - расстояние от ПРД и ПРМ до цели соответственно,

$\varphi_{умR}, \varphi_{умL}$ - угол места направления на правый и левый участки МО соответственно;

$$P_{МО+} = PI + PII, P_{МО-} = PIII + PIV.$$

Количественные характеристики мощности МО для однопозиционной и двухпозиционной РЛС приведены на рис.2.

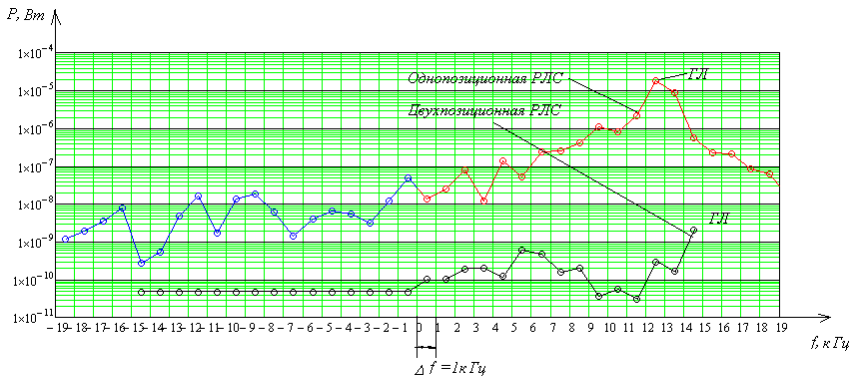


Рисунок 2 - Графики зависимости мощности мешающих отражений в полосе пропускания доплеровских фильтров $\Delta f = 1 \text{ кГц}$ от частоты их настройки, полученные в результате расчётов, для однопозиционной и двухпозиционной РЛС с ВЧПИ

Их анализ показывает возможность существенного уменьшения мощности МО в ДПРЛС. Очевидна зависимость этой мощности от взаимной "геометрии" ДПРЛС и цели, что позволяет сделать вывод о возможности оптимизации этой "геометрии" для минимизации мощности МО.

Список использованных источников

1 Дудник П. И., Ильчук А. Р., Татарский Б. Г. Многофункциональные радиолокационные системы. М.: Дрофа, 2007. 283 с.

2 Васин В. В., Власов О. В., Григорин-Рябов В. В. и др. Радиолокационные устройства (теория и принципы построения). М.: Советское радио, 1970. 680 с.

УДК 621.311.69

РЕЗОНАНСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ГЛУБОКОЙ, ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ РЕГУЛИРОВКОЙ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Д.А. Ворох, А.И. Махов, К.И. Янзытов

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

Резонансные преобразователи напряжения – это генераторы с внешним возбуждением (ГВВ), работающие в ключевом режиме на гармониках напряжения, в отличие от классических генераторов, работающих на гармониках тока, и генераторов с синтезированием синусоиды.

Ранее в [1], были показаны основные преимущества и некоторые характеристики преобразователи напряжения [2], рассмотрим более подробно работу этого преобразователя, в схеме, когда все импульсы центрированы.

На рисунке 1 представлена силовая часть этого преобразователя.

Работа преобразователя по второму способу (все импульсы центрированы) управления поясняется временными диаграммами (рисунок 2).

Пусть ключи VT1, VT2 –регулируемые, длительность импульсов u_1, u_2 – переменная, а ключи VT3, VT4 – нерегулируемые, длительность импульсов u_3, u_4 – максимальная. Все импульсы – центрированы, u – напряжение, i – ток на выходе моста, $u_{\text{вых}}$ – выходное напряжение преобразователя на нагрузке R. Рассматриваем установившийся режим. После очередного такта имеем «мёртвое время»: все ключи отключены,