

УДК 621.396.962.38: 621.396.969.32

ГЕОМЕТРИЯ ЭЛЕМЕНТА РАЗРЕШЕНИЯ ДВУХПОЗИЦИОННОЙ РСА

© Воронцова С.А., Пиганов М.Н.

e-mail: cbeta116@mail.ru

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

Для расчёта величины разрешения двухпозиционной спутниковой радиолокационной станции с синтезированием апертуры (РСА) с малым количеством вычислительных операций используется концепция градиента [1]. В самолётных РСА существенно сказывается недостаток подхода, который заключается в том, что при расчёте величины элемента разрешения учитывается величина и направление векторов градиента наклонной дальности и градиента частоты Доплера только в одной точке, а не для всех точек на протяжении элемента разрешения.

Предлагается способ, частично устраняющий недостаток метода. Он основан на вычислении координат вектора разрешения по азимуту через сумму координат образующих его векторов, направления которых совпадают с направлением векторов градиента частоты Доплера в точках с координатами начала этих векторов (рис.).

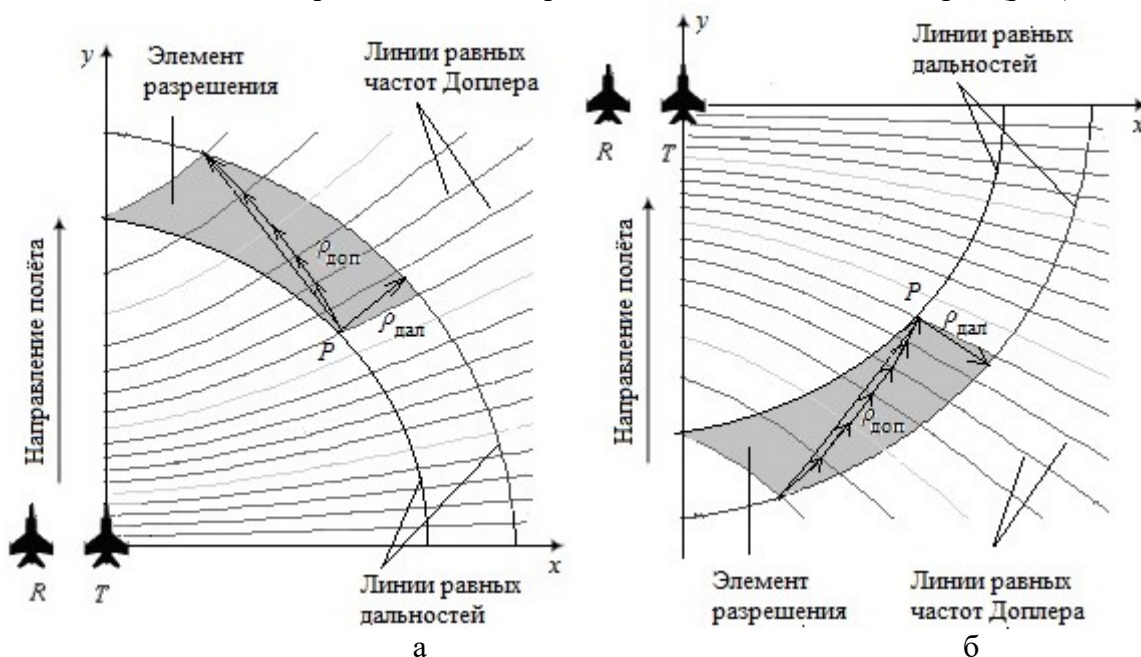


Рис. Геометрия элемента разрешения: для первой четверти системы координат $xу$ (а); для четвёртой четверти системы координат $xу$ (б)

Длина, то есть модуль каждого из векторов, составляющих суммарный вектор разрешения по азимуту $\rho_{аз.} = \rho_{доп.} + \rho_{аз.1} + \dots + \rho_{аз.n}$, соответствует обратно пропорциональной количеству векторов (n) доле ($1/n$) от изменения частоты Доплера $\Delta f_{доп.} = 1/T_c$, приходящегося на величину элемента разрешения по азимуту, T_c – время синтезирования.

Для первой и второй четвертей плоскости $xу$ вектора, составляющие суммарный вектор разрешения по азимуту, определяются формулами:

$$\rho_{аз.1} = \frac{grad(f_{доп.ТR}) \cdot \Delta f_{доп.}/n}{\left| grad(f_{доп.ТR}(x; y)) \right|^2}; \rho_{аз.n}$$

$$= \frac{grad(f_{доп.ТR}(x; y)) \cdot \Delta f_{доп.}/n}{\left| grad(f_{доп.ТR}(x + \dots + \Delta x_{n-1}; y + \dots + \Delta y_{n-1})) \right|^2},$$

где $f_{доп.ТR} = f_{доп.Т} + f_{доп.Р}$ – суммарная частота Доплера, возникающая в результате движения передатчика и приёмника;

$\Delta x_i; \Delta y_i$ – координаты векторов, сумма которых образует вектор разрешения по азимуту.

Для третьей и четвёртой четвертей плоскости xy вектора, составляющие суммарный вектор разрешения по азимуту, определяются формулами:

$$\rho_{аз.1} = \frac{grad(f_{доп.ТR}) \cdot \Delta f_{доп.ТR}/n}{\left| grad(f_{доп.ТR}(x; y)) \right|^2}; \rho_{аз.n}$$

$$= \frac{grad(f_{доп.ТR}(x; y)) \cdot \Delta f_{доп.ТR}/n}{\left| grad(f_{доп.ТR}(x - \dots - \Delta x_{n-1}; y - \dots - \Delta y_{n-1})) \right|^2}.$$

Предлагается определять длину вектора разрешения по дальности в качестве минимального значения функции расстояния $D(x)$ между заданной точкой $P(x_0; y_0)$ на линии равных дальностей и другой линией равных дальностей, ограничивающих элемент разрешения по дальности:

$$D(x) = \sqrt{(x_0 - x)^2 - (y_0 - y(x))^2},$$

где $y(x)$ – значение функции линии равных дальностей в точке с координатой x .

Линии равных дальностей представляют собой сечения эллипсоида [2], то есть сечения поверхности равной дальности для двухпозиционной системы, плоскостью xy , совпадающей с плоскостью просматриваемого участка поверхности Земли. Поэтому уравнением линий равных дальностей $y(x)$ является решение системы уравнений:

$$\begin{cases} (\dot{x}/a)^2 + (\dot{y}/b)^2 + (\dot{z}/b)^2 = 1; \\ \dot{x} = \frac{B}{2} + \left\{ x \cdot \cos\left(\arctg \frac{B_y}{B_x}\right) - y \cdot \sin\left(\arctg \frac{B_y}{B_x}\right) \right\} \cdot \cos\left(\arcsin \frac{h_R - h_T}{B}\right) - z \cdot \left(\frac{h_R - h_T}{B}\right); \\ \dot{y} = y \cdot \cos\left(\arctg \frac{B_y}{B_x}\right) + x \cdot \sin\left(\arctg \frac{B_y}{B_x}\right); \\ \dot{z} = \left\{ x \cdot \cos\left(\arctg \frac{B_y}{B_x}\right) - y \cdot \sin\left(\arctg \frac{B_y}{B_x}\right) \right\} \cdot \left(\frac{h_R - h_T}{B}\right) - z \cdot \cos\left(\arcsin \left(\frac{h_R - h_T}{B}\right)\right), \end{cases}$$

где $a = (r_T + r_R)/2$ – большая полуось эллипсоида, равная половине суммы наклонных дальностей от передатчика и приёмника до точки P ; b – малая полуось эллипсоида; B – база; B_x, B_y – проекции базы на оси xi и y ; h_R – высота приёмника; h_T – высота передатчика.

Библиографический список

1. Krieger G., Fiedler H., Hounam D. Analysis of system concepts for Bi- and Multi-Static SAR missions // IGARSS. 2003. №. 2. P. 770-772.
2. Дудник П.И., Ильчук А.Р., Татарский Б.Г. Многофункциональные радиолокационные системы. – М.: Дрофа, 2007. – 283 с.