

УДК 621.396.96

Б. Н. ФЕДОТОВ¹, С. А. СТАНКЕВИЧ²

¹ Государственный научно-исследовательский институт авиации, Украина

² Научный центр аэрокосмических исследований Земли, Украина

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ РАБОЧИХ ОБЛАСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ “РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ – ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ” РАДАРОВ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

Приводится методика определения области возможных значений параметров “разрешающая способность – дальность действия” для современных видовых радиолокационных станций с синтезированной апертуры (РСА), которые позволяют получить сверхвысокое разрешение на дальности в несколько десятков километров. Разработанная методика позволяет уточнить и научно обосновать технические требования к разрешающей способности, дальности действия и другим основным характеристикам проектируемых РСА, а также выбрать структуру радиолокационной системы дистанционного зондирования авиационного базирования.

Ключевые слова: РСА, разрешающая способность, дальность действия, диаграмма направленности.

Введение

Радиолокационные методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) являются эффективным и оперативным инструментом исследования природной среды, объектов и явлений на земной поверхности [1]. В настоящее время для получения радиолокационных изображений земной поверхности с борта самолётов и спутников применяются исключительно радиолокационные станции с синтезированной апертурой (РСА) [2].

Обоснование технических требований к основным характеристикам в задании на опытно-конструкторскую работу (ОКР), рационального выбора компромисса между основными техническими характеристиками проектируемой РСА обычно базируется на результатах научно-исследовательских работ (НИР), выполненных в данной отрасли, на известных достигнутых характеристиках лучших образцов РСА, опыте и интуиции исполнителя и заказчика [3].

При этом желательно иметь конкретную научную методику для обоснования максимально высоких требований к основным техническим характеристикам проектируемой РСА.

Связь между характеристиками и параметрами современного видового радара определяется известным уравнением дальности [4] с учётом структурных ограничений метода синтеза апертуры. Это известные ограничения на произведение разрешаемых координат и возможность восстановления функции радиолокационного отражения по дискретным значениям её спектра, которые при сверхвысоком разрешении (СВР) и высоких скоростях носителя РСА обязательно необходимо учитывать.

Постановка задачи исследования

Известны патенты и научно-технические публикации, где приведены теоретически разработанные структуры РСА сверхвысокого разрешения, которые не имеют ограничения дальности при СВР, обусловленного сферичностью фронта волны зондирующего сигнала. Эти структуры РСА СВР позволяют осуществить искусственное выравнивание сферичного фронта волны зондирующего сигнала [5], улучшают энергетику РСА сверхвысокого разрешения за счёт формирования диаграммы направленности (ДН) антенны из нескольких ДН с более высоким коэффициентом направленного действия (КНД) [6].

Однако в настоящее время основные целевые характеристики РСА разрешающую способность и максимальную дальность действия задают по среднему значению экспертных оценок. В процессе выполнения ОКР эти характеристики уточняются, как правило, в сторону их ухудшения и порой значительного, что вызывает потенциально конфликтную ситуацию.

Целью данной статьи является определение и расчётная формализация области возможных значений основных характеристик РСА сверхвысокого разрешения – разработка методики построения областей их возможных значений при неизменности остальных параметров, входящих в уравнение дальности для современных структур построения РСА сверхвысокого разрешения. Определение таких областей позволит делать более точную, научно обоснованную оценку целевой разрешающей способности и максимальной дальности при разработке перспективных радиолокационных систем ДЗЗ.

Оценка параметров РСА

Связь между основными техническими характеристиками однолучевой РСА бокового обзора определяет уравнение дальности [4]

$$R_H = \sqrt{\frac{P_{cp} \theta_0 G^2 \lambda^2 \sigma}{64\pi^3 V_n K_{ш} k \eta T_0}}, \quad (1)$$

где P_{cp} – средняя мощность излучаемого сигнала, θ_0 – ширина ДН антенны в горизонтальной плоскости, G – КНД антенны по мощности, λ – длина волны передатчика РСА, σ – эффективная площадь рассеяния (ЭПР) цели (элемента разрешения местности), V_n – путевая скорость носителя РСА, $K_{ш}$ – коэффициент шума приёмника, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана, T_0 – температура, при которой определялось значение $K_{ш}$ (обычно задаётся $T_0=290$ К), η – требуемое значение коэффициента различимости приёмного устройства.

Следует отметить, что отражающие объекты особенно сложной геометрической конфигурации при облучении их под разными углами обеспечивают различную энергию обратного отражения, т. е. ДН пространственного переотражения имеет сложную и сильно изрезанную форму. В этом случае можно говорить о средней ЭПР по углу облучения и об уровне флюктуаций.

Большинство естественных подстилающих поверхностей дают диффузное (рассеянное) отражение во все стороны, в том числе и в обратном направлении. Отражающую способность подстилающей поверхности характеризуют коэффициентом рассеяния, который представляет собой эффективную удельную площадь рассеяния $\sigma_{уд}$ – отношение ЭПР элемента разрешения на местности к значению его геометрической площади

$$\sigma_{уд} = \frac{S_{эф}}{\delta x \delta r}, \quad (2)$$

где $S_{эф}$ – ЭПР элемента разрешения, δx , δr – разрешение по путевой и наклонной дальности.

При сверхвысоком разрешении в уравнение дальности (1) ЭПР цели σ необходимо заменить на ЭПР минимально отражающего в обратном направлении элемента разрешения. Преобразуем уравнение дальности (1) с учётом соотношений

$$\theta_0 = \frac{\lambda}{d_\Gamma}, \quad (3)$$

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_{эф} \approx \frac{4\pi}{\lambda^2} d_B d_\Gamma, \quad (4)$$

где $A_{эф}$ – эффективная площадь антенны РСА, d_B , d_Γ – вертикальный и горизонтальный размеры антенны.

В результате уравнение дальности (1) преобразуется к виду

$$R_H \leq \sqrt[3]{\frac{P_{cp} d_B^2 d_\Gamma \sigma_{удmin}}{4\pi \lambda V_n K_{ш} k \eta T_0}} \delta x \delta r. \quad (5)$$

Для многолучевой антенной системы РСА бокового обзора, выполненной на базе одного зеркального рефлектора, уравнение дальности имеет вид [6]

$$R'_H \leq \sqrt[3]{\frac{P_{cp.l} I_{PB}^2 I_{PG}^2 \sigma_{уд}}{8\pi \lambda V_n K_{ш} k T \eta}} \delta r, \quad (6)$$

где $P_{cp.l}$ – средняя мощность излучения в каждом отдельном луче, I_{PB} , I_{PG} – вертикальный и горизонтальный размер вырезки из параболического рефлектора зеркальной многолучевой антенной системы.

Преобразуем уравнение дальности многолучевой антенной системы РСА. Потенциальная разрешающая способность полосовой РСА с многолучевой антенной системой равна [6]

$$\delta x = \frac{\lambda}{2\beta} = \frac{I_{PG}}{2[\mu(n-1)+1]}, \quad (7)$$

где β – угол синтезирования апертуры, $\mu = 1,44$ – коэффициент расширения диаграммы направленности (ДН) отдельного луча, при отсчёте на уровне $0,5E_m$ напряжённости, относительно ширины ДН при её отсчёте на уровне $0,7E_m$, n – число отдельных лучей многолучевой антенной системы РСА.

Подставляя значение I_{PG} из (7) в (6) получим

$$R'_H = \sqrt[3]{\frac{P_{cp} I_{PB}^2 I_{PG} [1,44(n-1)+1] \sigma_{удmin}}{8 \cdot 0,75 n \pi \lambda V_n K_{ш} k \eta T_0}} dx dr, \quad (8)$$

где P_{cp} – мощность излучения многолучевой антенной системы РСА.

Для построения диаграммы возможных значений рабочих областей в координатах “разрешение – дальность” остальные параметры в уравнении дальности фиксируются.

Длина волны. Мировой опыт создания авиационных и спутниковых РСА указывает на то, что оптимальная длина волны РСА находится в СВЧ диапазоне частот в пределах 2-4 см. Это обусловлено затуханием в атмосфере Земли электромагнитных колебаний в сложных метеоусловиях, ограничением размеров антенн, которые возможно разместить на подвижном носителе. Для оценки в дальнейшем принимается $\lambda = 3$ см.

Вертикальный размер антенны. Максимальная дальность действия с учётом влияния рельефа на качество радиолокационного изображения, которое заключается в затенении части снимаемой местности целесообразно выбирать в пределах

$$R_{\Gamma max} = (3 \div 10) H, \quad (9)$$

где $R_{\Gamma max}$ – максимальная дальность действия РСА при высоте полёта H .

Примем, что радиолокационная съёмка будет вестись на максимальной дальности $R_{Г\max} = 5Н$ с высот $Н = 5-15$ км. Это соответствует диапазону максимальной дальности 25-75 км.

Выбираем вертикальный размер однолучевой антенны $d_{В.ол} = 30$ см, что для авиационных РСА близко к максимально возможному и при выбранной длине волны обеспечивает ширину полосы съёмки 9-27 км в выбранном диапазоне максимальной дальности. Для многолучевой антенны также выберем $d_{В.мл} = 30$ см.

Коэффициент шума приёмника. В современных радиоприёмных устройствах коэффициент шума лежит в пределах 2-10 [7]. Поскольку речь идёт о новой разработке двойного назначения, примем $K_{ш} = 3$ (4,7 дБ).

Параметр обнаружения (коэффициент различимости). Будем рассматривать РСА ДЗЗ, в которой формируется плоское изображение. Для того, чтобы это радиолокационное изображение было приемлемого качества, вполне достаточно принять величину параметра обнаружения $\eta = 8$ ($R = 9$ дБ), что соответствует вероятности правильного обнаружения $P_{по} = 0,9$ при вероятности ложной тревоги $P_{лт} = 10^{-1}$ [8].

Удельная отражающая способность. В качестве целевого в РСА СВР целесообразно принять минимально возможный по интенсивности сигнал отражения местности. В этом случае ошибки измерения функции отражения не будут превышать величины вероятности правильного обнаружения $P_{по}$ и вероятности ложной тревоги $P_{лт}$, которые были выбраны для поверхности с минимальной отражающей способностью в обратном направлении.

Рассмотрение удельной отражающей способности различных видов подстилающих поверхностей (см. табл.1) [4] показывает, что с практической точки зрения целесообразно задавать $P_{по}$ и $P_{лт}$ не для поверхности с минимальным коэффициентом отражения в обратном направлении (водная поверхность при волнении до 3-х баллов), а предпоследней по интенсивности отражения подстилающей поверхности (асфальт, бетон).

Таблица 1

Удельная отражающая способность разных поверхностей

Поверхность	$\sigma_{уд}$, дБ	
	$\alpha^* = 10^\circ$	$\alpha = 30^\circ$
Водная поверхность	-40	-37
Асфальт, бетон	-32	-29
Степь, сухая трава	-22	-21
Степь, зеленая трава	-16	-20
Лес	-15	-10
Небольшие строения	-10	-5

* α – угол наклона ДН к поверхности Земли

Путевая скорость носителя РСА. Чем больше скорость носителя РСА, тем меньше время облучения цели при прочих равных условиях. С этой точки зрения целесообразно выбирать скорость на траектории синтеза апертуры близкой к минимально допустимой для носителя. Однако в силу ограниченной точности измерения относительного отклонения от траектории синтеза максимально допустимое время синтеза ограничено. Т. е. при определённой точности измерителей траекторных нестабильностей имеется оптимальная путевая скорость V_n с точки зрения критерия “дальность действия – разрешающая способность”. С другой стороны, технически совершенное изделие должно обеспечивать требуемые характеристики во всём диапазоне рабочих скоростей носителя. Поэтому при расчётах примем значение $V_n = 250$ м/с, близкое к максимальному.

Результаты расчётов

Соотношения (5), (8) с учётом выбранных значений параметров $kT_0 = 4 \cdot 10^{-21}$ Вт/Гц, $K_{ш} = 3$, $\eta = 8$, $\sigma_{уд\min} = -30$ дБ, $V_n = 250$ м/с, $\lambda = 3$ см, $d_{В.ол} = 30$ см, $d_{В.мл} = 30$ см, преобразуется к виду

$$R_H = B \sqrt[3]{P_{cp} d_{Г.ол} \delta x \delta r}, \quad (10)$$

$$R'_H = B \sqrt[3]{\frac{P_{cp} d_{Г.мл} [1,44(n-1) + 1]}{n} \delta x \delta r}, \quad (11)$$

где

$$B = \sqrt[3]{\frac{d_{В.ол}^2 \sigma_{уд}}{4\pi \lambda V_n K_{ш} kT_0 \eta}} = \sqrt[3]{\frac{0,3^2 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot 250 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 10^{-21} \cdot 8}} = 21506. \quad (12)$$

Учтём, что практически достижимое разрешение по путевой дальности для конструкторских расчётов надо принимать в 1,4-1,5 раза хуже потенциального из-за непрямоугольности ДН, усреднения отражённого сигнала по апертуре антенны и неточности выравнивания фронта волны зондирующего сигнала [9]. Т. е. $\delta x_{ол} \approx 0,75 d_{Г.ол}$ – для однолучевой антенны, и $\delta x_{мл} \approx \frac{0,75 d_{Г.мл}}{1,44(n-1) + 1}$ – для многолучевой антенной системы РСА.

При проведении расчётов области возможных основных характеристик РСА во всех случаях примем $\delta x = \delta r$. Тогда соотношения (10) и (11) преобразуются к виду

$$R_H = 1,1B \delta x \sqrt[3]{P_{cp}} = 23657 \delta x \sqrt[3]{P_{cp}}, \quad (13)$$

$$R'_H = 1,1B\delta x \sqrt[3]{\frac{P_{cp}[1,44(n-1)+1]^2}{n}} =$$

$$= 23657 \delta x \sqrt[3]{\frac{P_{cp}[1,44(n-1)+1]^2}{n}}. \quad (14)$$

С другой стороны, из условия возможности восстановления функции отражения по дискретным значениям её пространственного спектра, максимально допустимый линейный интервал дискретизации пространственного спектра равняется $0,5d_\Gamma$, а максимально допустимый период следования зондирующего сигнала –

$$T_c \leq \frac{d_\Gamma}{2V_\Pi}. \quad (15)$$

В этом случае максимальная дальность действия полосовой РСА, определяемая предельным периодом дискретизации, будет равна

$$R_H \leq \frac{cT_c}{2} \leq \frac{cd_\Gamma}{4V_\Pi}, \quad (16)$$

где c – скорость света.

Приравнявая (5) и (16) для однолучевой антенны определим среднюю мощность зондирующего сигнала, которую необходимо обеспечить на выходе передатчика для требуемого качества изображения при максимально возможной дальности действия и наилучшей разрешающей способности:

$$R_H = \sqrt[3]{\frac{P_{cp}d_B^2d_\Gamma\sigma_{уд.min}}{4\pi\lambda V_\Pi K_{ш}k\eta T_0}} \delta x \delta r = \frac{cd_\Gamma}{4V_\Pi}. \quad (17)$$

При условии $\delta x = \delta r = 0,75d_\Gamma$,

$$P_{cp} = \frac{\pi c^3 \lambda K_{ш} k T_0 \eta}{9 V_\Pi^2 d_B^2 \sigma_{уд.min}}. \quad (18)$$

Подставляя в (18) выбранные значения параметров, определяем среднюю мощность излучения, необходимую для получения выбранного качества радиолокационного изображения, которая равна $P_{cp} \approx 1,12$ кВт.

Фиксируя P_{cp} в соотношении (10), получим область возможного выбора основных характеристик функционирования однолучевой РСА. Для многолучевой антенной системы соотношение (16) преобразуется к виду

$$R'_H \leq \frac{cT_c}{2} \leq \frac{cI_{P\Gamma}}{4V_\Pi[1,44(n-1)+1]}. \quad (19)$$

Тогда приравнявая (8) и (19), находим

$$\sqrt[3]{\frac{P_{cp}I_{P\Gamma}^2 l_{P\Gamma} [1,44(n-1)+1] \sigma_{уд.min}}{4\pi\lambda V_\Pi K_{ш} k \eta T_0}} dx dr =$$

$$= \frac{cI_{P\Gamma}}{4V_\Pi[1,44(n-1)+1]}. \quad (20)$$

Для многолучевой антенной системы РСА

$$\delta x = \delta r = \frac{0,75I_{P\Gamma}}{[1,44(n-1)+1]}, \quad (21)$$

$$P_{cp} = \frac{\pi c^3 \lambda K_{ш} k T_0 \eta}{9 V_\Pi^2 l_{P\Gamma}^2 [1,44(n-1)+1]^2 \sigma_{уд.min}}. \quad (22)$$

Ещё одним фактором, который необходимо учитывать, является ограничение импульсной мощности излучения авиационных РЛС. Это ограничение связано с возможным пробоем диэлектрической среды (воздуха), в которой эксплуатируется антенна РСА. Обычно импульсная мощность бортовых РЛС не превышает 30-50 кВт. При большой скважности излучаемых зондирующих импульсов такой мощности излучения может быть недостаточно для получения необходимой средней мощности облучения элемента разрешения РСА.

Для рассматриваемых структур построения РСА период следования зондирующих импульсов может быть определён в виде

$$T_c = \frac{d_{\Gamma ол}}{2V_\Pi} = \frac{l_{P\Gamma}}{2V_\Pi[1,44(n-1)+1]} = 0,66 \frac{\delta x}{V_\Pi}. \quad (23)$$

Длительность сжатого импульса равна

$$\tau_{сж} = \frac{2\delta x}{c}. \quad (24)$$

В известных технологиях достигнутый коэффициент сжатия не превышает 1-2 тысяч [10]. Поэтому длительность зондирующих импульсов

$$\tau_{изл} \leq 2 \cdot 10^3 \frac{\delta x}{c}. \quad (25)$$

Тогда скважность излучаемых импульсов равна

$$Q \geq \frac{T_c}{\tau_{изл}} = 0,33 \cdot 10^{-3} \frac{c}{V_\Pi}. \quad (26)$$

Для выбранных $V_\Pi = 250$ м/с и $Q \geq 400$ максимально достижимая средняя мощность излучения не превышает величины

$$P_{cp,max} \leq \frac{P_{имп.max}}{Q_{min}} \leq 125 \text{ Вт}. \quad (27)$$

Области возможных значений дальности действия классической самолетной РСА полосового обзора в зависимости от её разрешающей способности ограничены сферичностью фронта волны зондирующего сигнала в соответствии с соотношением [11]

$$R_H \leq 16 \frac{(\delta x)^2 \delta r}{\lambda^2}. \quad (28)$$

Допустимые рабочие диапазоны параметров “разрешающая способность – дальность действия” для рассмотренных моделей построения РСА с учётом их структурных и энергетических ограничений описываются рис. 1 – рис. 4.



Рис. 1. Структурное ограничение дальности, обусловленное кривизной фронта волны зондирующего сигнала

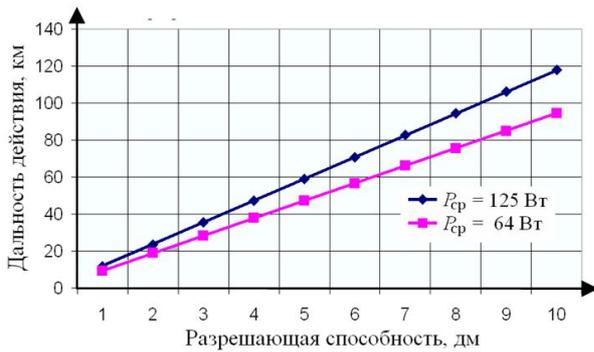


Рис. 2. Область параметров “дальность действия – разрешающая способность” для РСА с искусственным выравниванием фронта волны

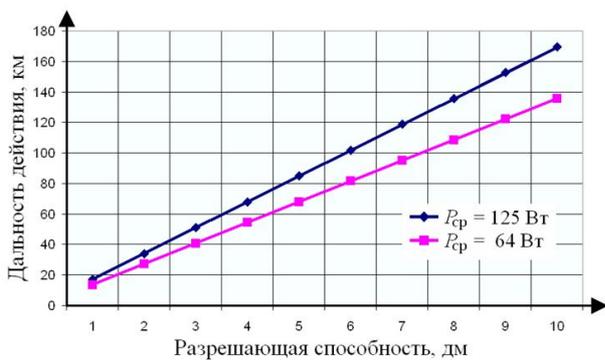


Рис. 3. Область параметров “дальность действия – разрешающая способность” для РСА с искусственным выравниванием фронта волны и двулучевой антенной системой

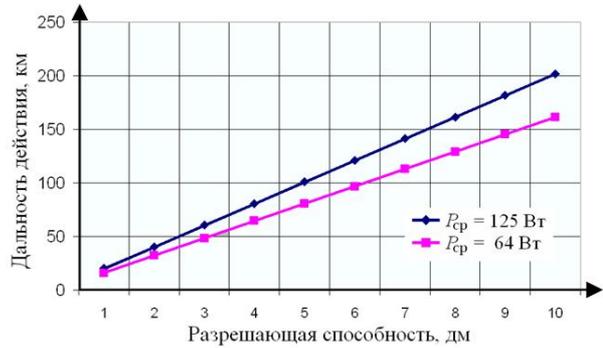


Рис. 4. Область параметров “дальность действия – разрешающая способность” для РСА с искусственным выравниванием фронта волны и трёхлучевой антенной системой

Заключение

Таким образом, научное обоснование технических требований к количественным значениям ключевых технических характеристик вновь разрабатываемых радиолокационных станций с синтезируемой апертурой включает:

- выбор значений параметров, которые фиксируются;
- расчёт областей возможных значений параметров “разрешение – дальность” для РСА СВР различных возможных структур при выбранной импульсной и средней мощности излучения;
- выбор той структуры РСА СВР, которая обеспечивает разрешение и дальность, максимально близкие к требованиям заказчика и/или конкурентоспособные на имеющемся рынке РСА.

Рассмотренный выбор фиксируемых параметров и определение максимально возможной на практике средней мощности излучения позволяет однозначно связать разрешающую способность, дальность действия и горизонтальный размер антенной системы.

По построенным рабочим областям параметров эксперт в сфере конструкции радиолокационных систем окончательно уточняет и научно обосновывает технические требования к разрешающей способности и дальности действия проектируемой РСА СВР.

Литература

1. Радиолокационные методы и средства оперативного дистанционного зондирования Земли с аэрокосмических носителей [Текст] / под ред. С. Н. Конохова, В. И. Драновского, В. Н. Цымбала. – Харьков: Центр радиофизического зондирования Земли им. А. И. Калмыкова, 2007. – 439 с.

2. Буритинська, Х. В. Аерокосмічні знімальні системи [Текст] / Х. В. Буритинська, С. А. Станкевич. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 292 с.

3. Оцінка придатності зарубіжних супутникових систем для вирішення задач видового космічного спостереження [Текст] / С. А. Станкевич, Б. М. Федотов, С. О. Пономаренко, О. М. Собчук, В. І. Ковтун // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – Вип. 8. – Київ : ДНДІА, 2005. – С. 31-47.

4. Радиолокационные станции воздушной разведки [Текст] / под ред. Г. С. Кондратенкова. – М. : Воениздат, 1983. – 152 с.

5. Пат. 92116 Україна, МПК G01S 13/90. Спосіб синтезування апертури РЛС бокового огляду і пристрій для його здійснення [Текст] / Федотов Б. М., Станкевич С. А., Пономаренко С. О. ; заявник і власник патенту Державний науково-дослідний інститут авіації. – № а 2009 07223 ; заявл. 10.07.09 ; опубл. 27.09.10, Бюл. № 18. – 4 с. : ил.

6. Пат. 97702 Україна, МПК G01S 13/90. Спосіб створення діаграм спрямованості смугової радіолокаційної станції із синтезованою апертурою та пристрій для його здійснення [Текст] / Федотов Б. М., Хомік М. М. ; заявник і власник патенту Державний науково-дослідний інститут авіації. – № а 2010 06598 ; заявл. 31.05.2010 ; опубл.

12.12.2011, Бюл. № 5. – 6 с. : ил.

7. Радиолокационная фотометрия [Текст] / А. В. Аковецкий, Г. Н. Донсков, Ю. Н. Корнеев, Л. Б. Неронский. – М. : Недра, 1979. – 239 с.

8. Дудник, П. И. Авиационные радиолокационные устройства [Текст] / П. И. Дудник, Ю. И. Чересов; под ред. П. И. Дудника. – М. : ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1985. – 533 с.

9. Федотов, Б. Н. Факторы, определяющие расширение диаграммы направленности радиолокатора с синтезируемой апертурой, и оценка их совместного влияния на разрешающую способность [Текст] / Б. Н. Федотов, А. А. Слюсарчук // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – Вип. 1(27). – Харків : ХУПС, 2011. – С. 111-115.

10. Скольник, М. Справочник по радиолокации. Том 3. Радиолокационные устройства и системы [Текст] / М. Скольник; пер. с англ. под ред. К. Н. Трофимова. – М. : Сов. радио, 1979. – 528 с.

11. Федотов, Б. Н. Технология увеличения ширины полосы обзора спутниковых радаров сверхвысокого разрешения [Текст] / Б. Н. Федотов, С. А. Станкевич // Космічна наука і технологія. – 2013. – Т. 19, № 1. – С. 38-43.

Поступила в редакцію 10.01.2014, рассмотрена на редколлегии 12.02.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. каф. «Приёма, передачи и обработки сигналов» В. В. Лукин, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", г. Харьков.

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ РОБОЧИХ ОБЛАСТЕЙ ПАРАМЕТРІВ “РОЗРІЗНЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ – ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ” РАДАРІВ ІЗ СИНТЕЗОВАНОЮ АПЕРТУРОЮ

Б. М. Федотов, С. А. Станкевич

Наведено методику визначення області можливих значень параметрів “розрізнювальна здатність – дальність дії” для сучасних видових радіолокаційних станцій із синтезуванням апертури, які дозволяють одержати надвисоку розрізненість на дальності в декілька десятків кілометрів. Розроблена методика дозволяє уточнити і науково обґрунтувати технічні вимоги до розрізнювальної здатності, дальності дії та інших головних характеристик РСА, що проектуються, а також вибрати структуру радіолокаційної системи дистанційного зондування авіаційного базування.

Ключові слова: РСА, розрізнювальна здатність, дальність дії, діаграма спрямованості.

TECHNIQUE FOR NOMINAL PERFORMANCE REQUIREMENTS CALCULATION IN “RESOLUTION - RANGE” VALUES SPACE OF SYNTHETIC APERTURE RADAR

B. N. Fedotov, S. A. Stankevich

The technique for determining the possible values subspace of “resolution – range” parameters for modern imaging synthetic aperture radar from is described. Such radars provide an ultra-high resolution at a range of several tens of kilometers. The designed methodology allows obtaining more accurate and backgrounded technical requirements to resolution, distance of action and other main characteristics of a designed SAR as well as to select a structure of radar system of airborne remote sensing system.

Keywords: SAR, resolution, distance of action, array pattern.

Федотов Борис Никитович – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Государственный научно-исследовательский институт авиации, Киев, Украина, e-mail: feboni@voliacable.com.

Станкевич Сергей Арсеньевич – д-р техн. наук, главный научный сотрудник, Научный центр аэрокосмических исследований Земли, Киев, Украина, e-mail: st@casre.kiev.ua.