



Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского

**Метод определения устойчивых  
доминантных центров отражения на  
основе комплексирования модельных и  
экспериментальных радиолокационных  
изображений**

*Харжевский Е.В., Саидов А.Г., Астахова Е.И.*

2021

- ✓ Современные тенденции в области обработки данных ДЗЗ направлены на автоматизации процесса их дешифрирования
- ✓ Для осуществления автоматического распознавания объектов применяются формализованные дешифровочные признаки
- ✓ Особенностью РЛИ объектов является их зависимость от длины волны, угла визирования и ракурса объекта
- ✓ Разработанный алгоритм определения доминантных центров отражения, основан на комплексировании результатов обработки экспериментальных РЛИ объектов наблюдения и радиолокационных данных, полученных с помощью специальных моделей

# Этапы выполнения алгоритма



Рис. 1 Схема подготовки эталонных описаний объектов

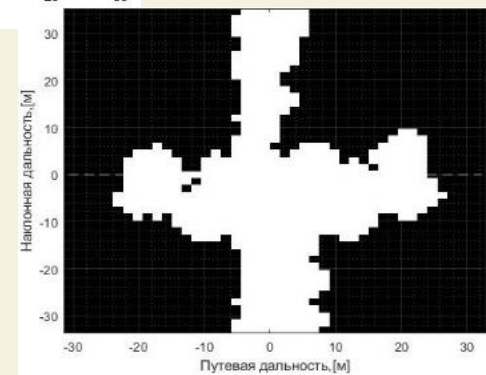
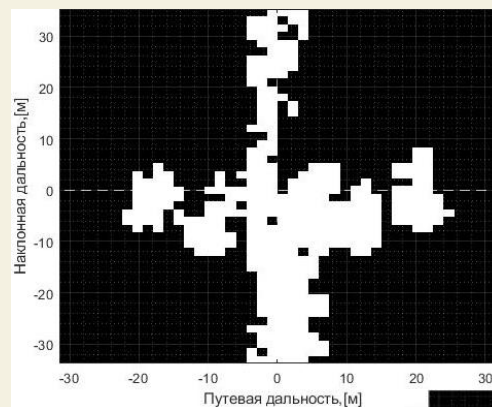
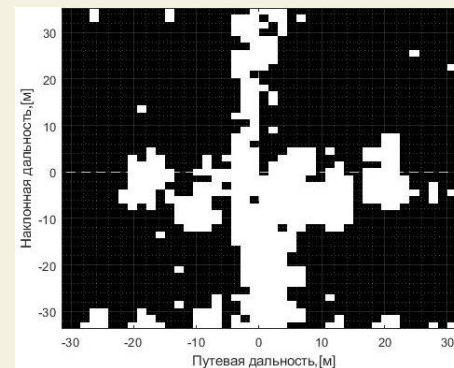
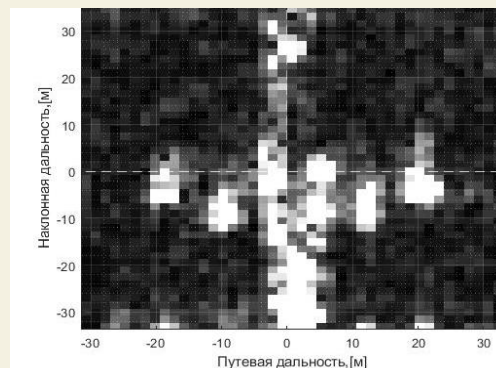


Рис. 2 Этапы сегментации сегментация РЛИ: а) исходное РЛИ, б) предварительная сегментация, в) устранение ложных отметок г) получение связной области объекта

# Модель объекта на основе центров рассеяния

$$s(f, \varphi, \Theta) = \sum_{i=1}^N s_i(f, \varphi, \Theta_i)$$

Каждый ЦР представлен как функция частоты  $f$  и ракурса  $\varphi$

$$s_i(f, \varphi, \Theta_i) = A_i \left( j \frac{f}{f_c} \right)^{\alpha_i} \sin c \left( \frac{2\pi f}{c} L_i \sin(\varphi - \bar{\varphi}_i) \right) \cdot \exp \left( \frac{-j4\pi f}{c} (x_i \cos \varphi + y_i \sin \varphi) \right) \exp(-2\pi f \gamma_i \sin \varphi)$$

$$\Theta_i = [x_i, y_i, A_i, \alpha_i, L_i, \bar{\varphi}_i, \gamma_i]$$

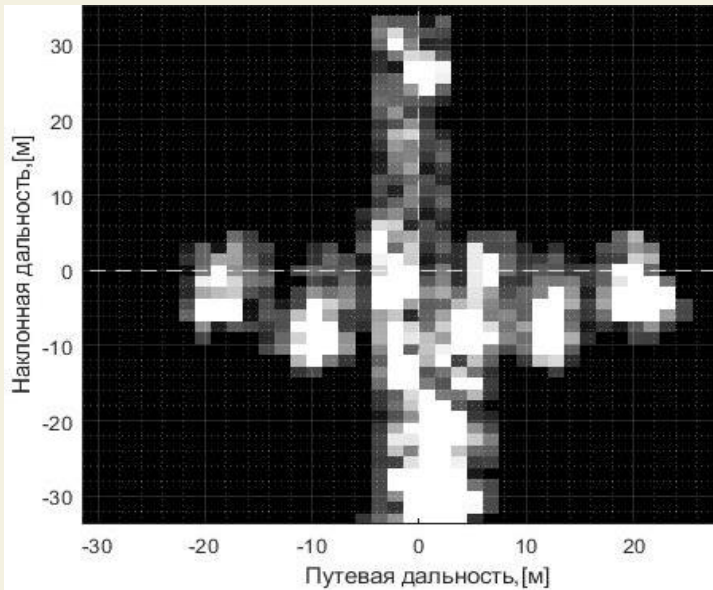
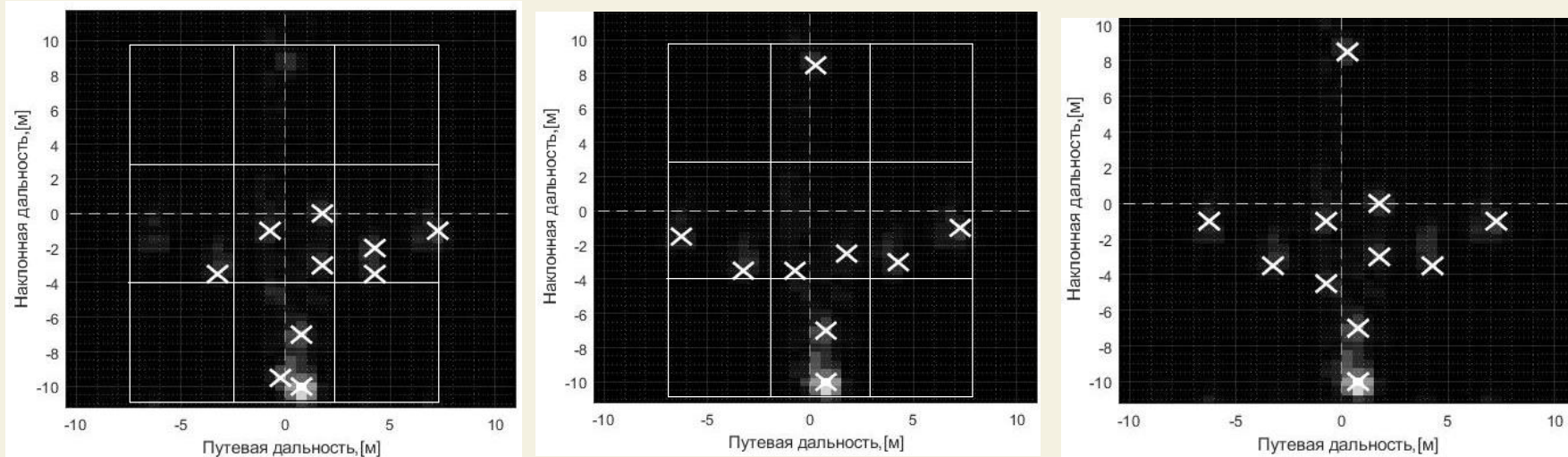


Рис.3 Результат моделирования объекта на основе ЦР

# Результаты формирования эталонного описания объекта



а)

б)

в)

0,00	3,00	18,51	11,10	10,05	7,07	7,63	11,40	9,12	7,38	5,70
3,00	0,00	15,51	8,85	7,07	4,12	5,32	9,22	6,18	4,95	2,92
18,51	15,51	0,00	11,80	8,63	11,60	12,50	11,51	9,55	12,65	13,04
11,10	8,85	11,80	0,00	5,59	5,85	10,79	13,50	8,00	3,91	8,73
10,05	7,07	8,63	5,59	0,00	3,00	6,10	8,06	2,69	4,30	5,15
7,07	4,12	11,60	5,85	3,00	0,00	5,02	8,25	3,20	2,55	2,92
7,63	5,32	12,50	10,79	6,10	5,02	0,00	3,91	3,54	7,50	2,69
11,40	9,22	11,51	13,50	8,06	8,25	3,91	0,00	5,50	10,79	6,52
9,12	6,18	9,55	8,00	2,69	3,20	3,54	5,50	0,00	5,59	3,50
7,38	4,95	12,65	3,91	4,30	2,55	7,50	10,79	5,59	0,00	5,10
5,70	2,92	13,04	8,73	5,15	2,92	2,69	6,52	3,50	5,10	0,00

Рис. 4 Этапы формирования эталонного описания объекта: а) реальное изображение объекта, б) модель изображения объекта, в) результат формирования ЦР г) матрица смежности ЦР

## ВЫВОДЫ

- Предложенный подход подготовки эталонных описаний объектов в СВЧ диапазоне позволяет хранить эталоны в формализованном виде, а также производить расчет формализованных ДП для алгоритмов автоматического распознавания объектов на РЛИ.
- Использование в качестве исходных данных как модельных, так и реальных изображений позволяет подготовить наиболее точные эталонные описания объектов и, тем самым, повысить вероятность правильного распознавания объектов на РЛИ.
- Важной особенностью такого описания является возможность адаптации его под технические характеристики съемочной аппаратуры непосредственно по эталонной информации.