



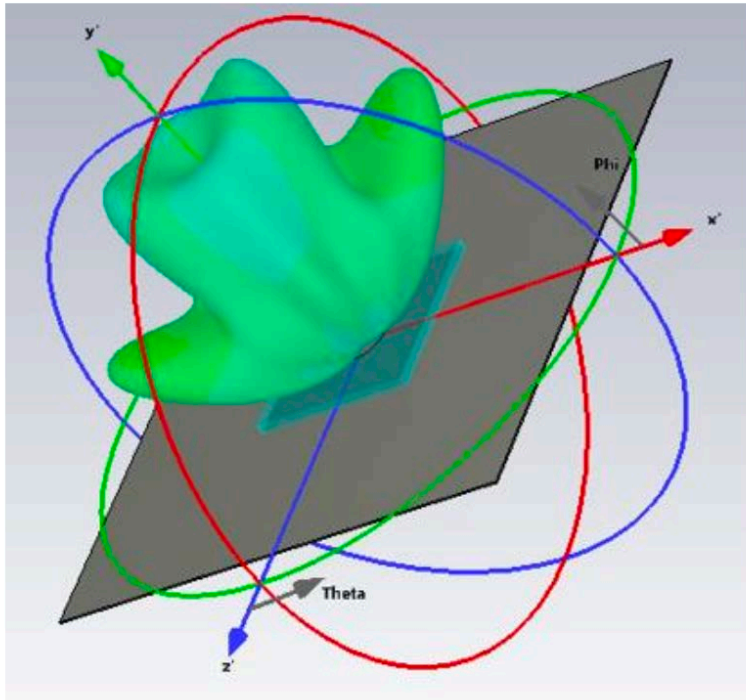
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



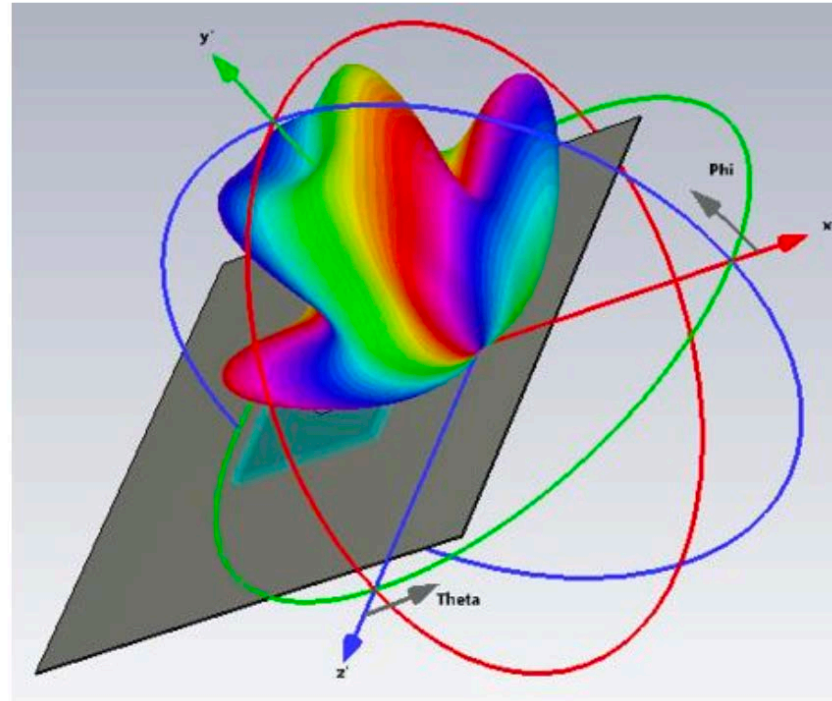
# Оценка искажения парциальных диаграмм элементов фар по матрицам рассеяния и диаграмме изолированного элемента

К. В. Смусева, Г. К. Усков,

# Приближение для оценки искажения диаграмм направленности АЭ в ФАР



а)



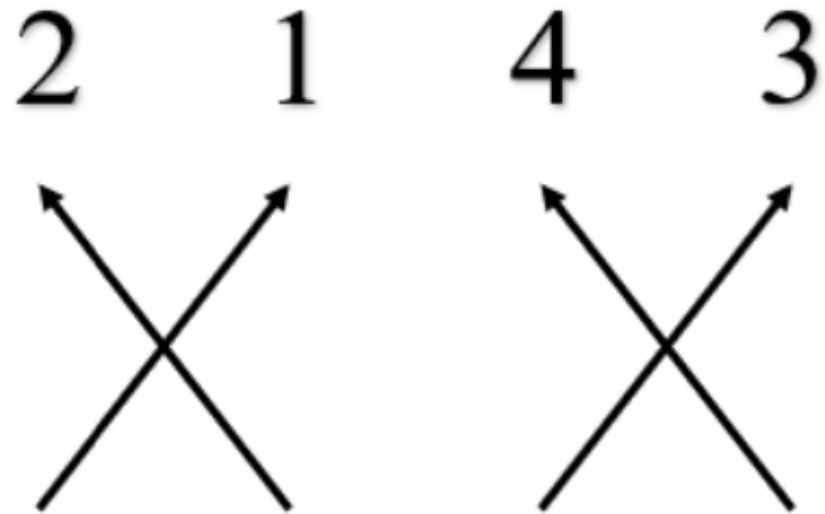
б)

**Рис. 1.** Распределение фаз на диаграмме направленности изолированного элемента для:  
а) исходной фазовой характеристики;  
б) измененной фазовой характеристики;

Для каждого антенного элемента в ФАР пересчитываем фазовую ДН с учетом сдвига системы координат относительно той, в которой производился расчет ДН для изолированного элемента.

В среде CST Studio Suite было произведено моделирование одного (изолированного) MIMO stacked-patch антенного элемента с двумя портами.

# Приближение для оценки искажения диаграмм направленности АЭ в ФАР



Формирование излучения с  
ортогональными поляризациями -  
**45°/+45°.**  
Коэффициенты отражения менее – **15дБ**  
Развязка между входами более **25 дБ**

**Рис. 2.** Схема фазированной антенной решетки

# Приближение для оценки искажения диаграмм направленности АЭ в ФАР

- **Формула для изменённой фазовой характеристики за счет разности хода лучей при смещении начала системы координат**

$$\Phi'(\theta, \varphi) = \Phi(\theta, \varphi) - k(x_0 \sin(\theta) \cos(\varphi) + y_0 \sin(\theta) \sin(\varphi) + z_0 \cos(\theta)) \quad (1)$$

$\Phi'(\theta, \varphi)$  - смещенная на  $x_0, y_0$  ДН

$\Phi(\theta, \varphi)$  - исходная диаграмма направленности

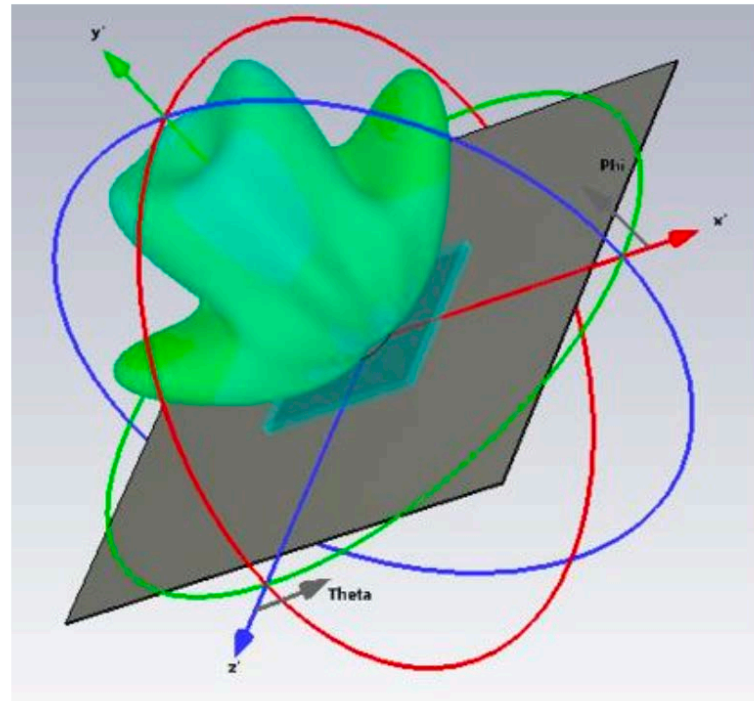
$k$  - волновое число, соответствующее частоте излучения

$x_0, y_0, z_0$  - координаты в исходной системе координат

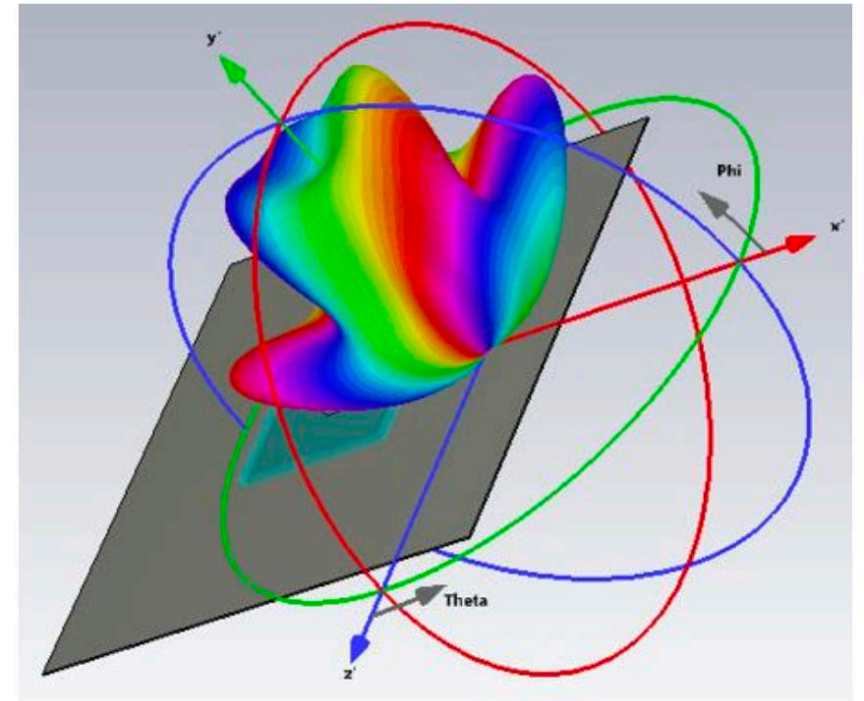
# Приближение для оценки искажения диаграмм направленности АЭ в ФАР

На рис. 1 а) отображена исходная фазовая характеристика для начала системы координат в точке (0, 0, 0) в CST Studio Suite.

На рис. 1 б) изображена смещенная ДН для системы координат с центров в (100мм, 0, 0) в CST Studio Suite .



а)



б)

Рис. 1.

# Приближение для оценки искажения диаграмм направленности АЭ в ФАР

- **Формула для вычисления парциальной диаграммы направленности через диаграммы направленности изолированного элемента и S-параметры в составе ФАР (2-5)**

$$f_{1\text{парц}} = f_{1\text{из}}(1 - s_{11}) + f_{1\text{из}}^{\text{смещ}} s_{21} + f_{2\text{из}} s_{31} + f_{2\text{из}}^{\text{смещ}} s_{41} \quad (2)$$

$$f_{2\text{парц}} = f_{1\text{из}} s_{11} + f_{1\text{из}}^{\text{смещ}}(1 - s_{21}) + f_{2\text{из}} s_{31} + f_{2\text{из}}^{\text{смещ}} s_{41} \quad (3)$$

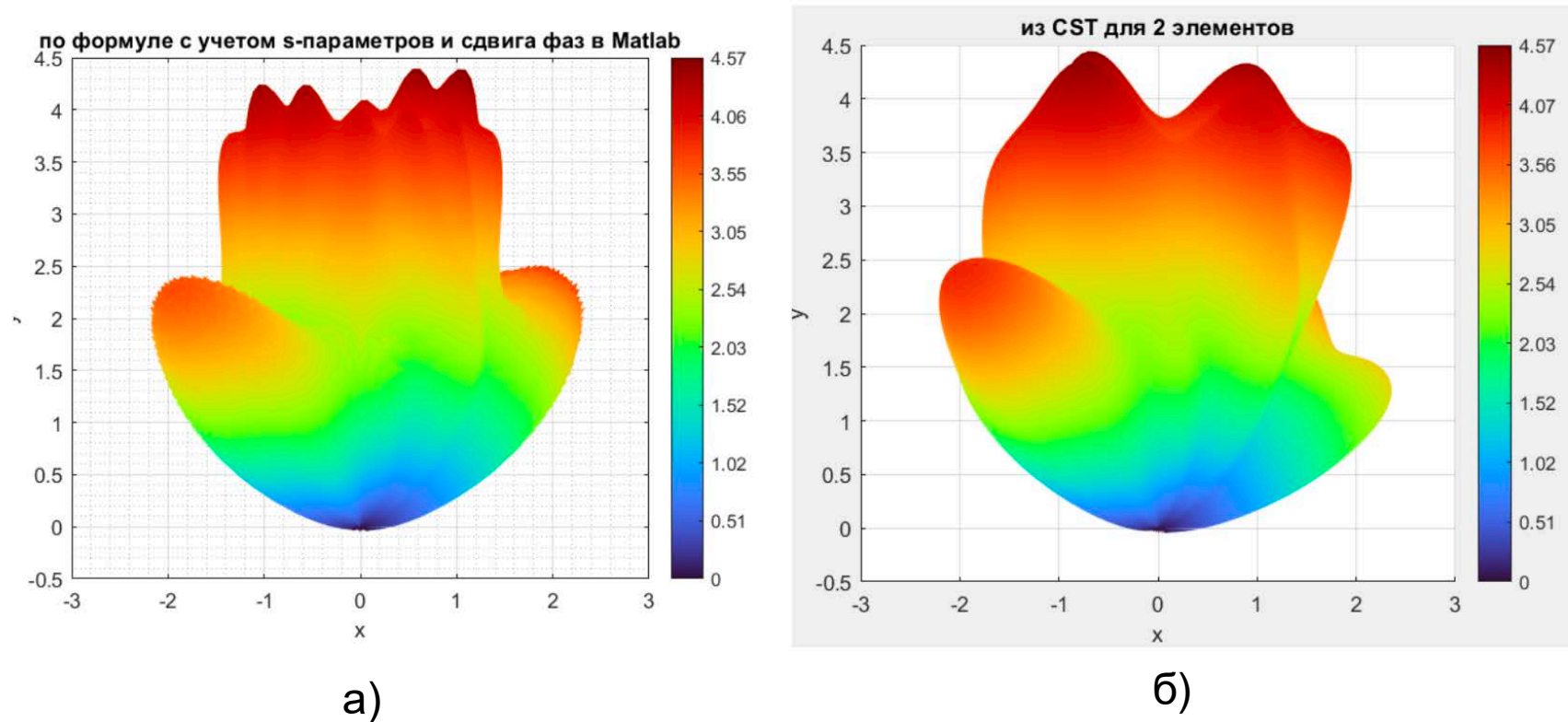
$$f_{3\text{парц}} = f_{1\text{из}} s_{11} + f_{1\text{из}}^{\text{смещ}} s_{21} + f_{2\text{из}}(1 - s_{31}) + f_{2\text{из}}^{\text{смещ}} s_{41} \quad (4)$$

$$f_{4\text{парц}} = f_{1\text{из}} s_{11} + f_{1\text{из}}^{\text{смещ}} s_{21} + f_{2\text{из}} s_{31} + f_{2\text{из}}^{\text{смещ}}(1 - s_{41}) \quad (5)$$

$f_{1\text{из}}, f_{2\text{из}}$  - диаграммы направленности изолированного элемента для 1 и 2 портов

$f_{1\text{из}}^{\text{смещ}}, f_{2\text{из}}^{\text{смещ}}$  - диаграммы направленности изолированного элемента для 1 и 2 портов, смещенные на расстояние между элементами по выражению (1).

# Приближение для оценки искажения диаграмм направленности АЭ в ФАР



**Рис. 3.** Парциальные диаграммы направленности первого порта ФАР:

а) преобразование по формулам (1) и (2);

б) рассчитанная в CST Studio Suite по полной модели ФАР

Спасибо за внимание!