

Журавлев Егор Дмитриевич

студент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

г. Москва

ПРОЕКТИРОВКА И РАСЧЕТ МОДУЛЯ АФАР

Аннотация: в данной статье представлен детальный расчет модуля АФАР. Автором подробно описан каждый этап работы расчета АФАР.

Ключевые слова: проектировка, расчет, модуль АФАР, параметры.

1. Задание.

Спроектировать и рассчитать АФАР со следующими параметрами:

Выходная мощность – $p_0 = 6$ Вт

Ширина луча по уровню 0,5 (по X) – $\Delta\theta_{0.5x} = 7^\circ$

Ширина луча по уровню 0,5 (по Y) – $\Delta\theta_{0.5y} = 5^\circ$

Сектор сканирования (по X) – $\theta_{скx} = \pm 27^\circ$

Сектор сканирования (по Y) – $\theta_{скy} = \pm 14^\circ$

Количество разрядов фазовращателя – $p = 3$

Коэффициент усиления – $K_p = 20$ дБ

Длина волны – $\lambda = 8$ см

Уровень боковых лепестков – $t \leq -19$ дБ

Рассчитать:

- пьедестал косинуса в амплитудном распределении;
- межэлементное расстояние;
- точность выставки луча;
- выбор и расчет излучателя.

2. Расчет.

2.1. Расчет пьедестала косинуса в амплитудном распределении.

С целью уменьшения уровня боковых лепестков (УБЛ) выбираем спадающее к краям амплитудное распределение «косинус на пьедестале».

Тогда выражение для определения УБЛ будет иметь вид:

$$t \approx - (13 + 13\Delta + 22\Delta^2) \text{ дБ}$$

Отсюда находим Δ :

$$19 = 13 + 13\Delta + 22\Delta^2$$

$$\Delta \approx 0,30$$

2.2. Расчет межэлементного расстояния.

При углах сканирования до $40-45^\circ$ используется так называемая мягкая формула, которая допускает появление дифракционного максимума диаграммы направленности (ДН) в видимом секторе сканирования при условии, что он будет подавлен ДН элемента до УБЛ

$$d = \frac{\lambda}{\sin \theta_d + \sin \theta_{ск}}$$

где θ_d – допустимое угловое положение дифракционного максимума

Чтобы найти θ_d нужно, сначала определить форму ДН элемента решетки. Для малых секторов сканирования можно ее можно проаппроксимировать следующей зависимостью:

$$f(\theta) = \cos^\alpha(\theta)$$

Степень α определяется из условия падения усиления излучателя на краю сектора сканирования в два раза по мощности (–3 дБ)

$$f^2(\theta) = \cos^{2\alpha}(\theta_{ск}) = 1/2$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \frac{\lg 0,5}{\lg(\cos \theta_{ск})}$$

$$\alpha_x = \frac{1}{2} \frac{\lg 0,5}{\lg(\cos 27)} = 3$$

$$\alpha_y = \frac{1}{2} \frac{\lg 0,5}{\lg(\cos 14)} = 15$$

Значение θ_d определяется из тех соображений, что при отклонении основного лепестка на предельное значение $\theta_{ск}$ дифракционный максимум подавляется ДН элемента до допустимого УБЛ t :

2.3. Расчет точности выставки луча.

Этот параметр показывает погрешность вносимую дискретным ФВ в угловое положение луча ДН:

$$\delta\theta_x = \frac{9\Delta\theta_{0.5\text{ск}x}}{N_x 2^p}$$

$$\delta\theta_y = \frac{9\Delta\theta_{0.5\text{ск}y}}{N_y 2^p}$$

$\Delta\theta_{0.5\text{ск}} = \frac{\Delta\theta_{0.5}}{\cos\theta_{\text{ск}}}$ – учитывает увеличение ширины ДН при отклонении луча на максимальный угол $\theta_{\text{ск}}$ (рис. 1).

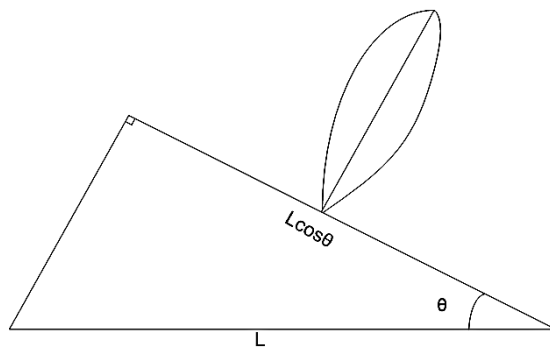


Рис. 1

$$\delta\theta_x = \frac{9 * 7^\circ}{11 * 2^3 * \cos 27^\circ} = 0^\circ 8'$$

$$\delta\theta_y = \frac{9 * 5^\circ}{9 * 2^3 * \cos 14^\circ} = 0^\circ 53'$$

2.4. Выбор и расчет излучателя.

Для того чтобы получить ДН с разной шириной по оси абсцисс и оси ординат подойдет рупорная антенна.

Размеры раскрыва рупора:

$$D_x \approx 68^\circ \frac{\lambda}{2 * \theta_{\text{ск}x}} = 68^\circ \frac{8}{54^\circ} \approx 10 \text{ см Н – плоскость (сторона а).}$$

$$D_y \approx 51^\circ \frac{\lambda}{2 * \theta_{\text{ск}y}} = 51^\circ \frac{8}{28^\circ} \approx 15 \text{ см Е – плоскость (сторона б).}$$

Список литературы

1. Чистюхин В.В. Антенно-фидерные устройства: Учеб. пособие. – М.: МИЭТ, 2010.
2. Чистюхин В.В. Практические занятия по курсу «Антенно-фидерные устройства» / В.В. Чистюхин, К.С. Лялин. – 2-е изд., доп. – М.: МИЭТ, 2010.