

**Кузнецов Андрей Александрович**

студент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

г. Москва

## РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ АФАР

*Аннотация:* в данной статье рассматривается проблема проектирования и расчета АФАР по заданным параметрам. Автором представлен расчет характеристик передающего модуля АФАР.

*Ключевые слова:* модуль АФАР, характеристики передающего модуля, расчет характеристик.

### 1. Задание.

Спроектировать и рассчитать АФАР со следующими параметрами (таблица 1).

Таблица 1

Выходная мощность	$p_0 = 1.5 \text{ Вт}$
Ширина луча по уровню 0,5 (по X)	$\Delta\theta_{0.5x} = 8^\circ$
Ширина луча по уровню 0,5 (по Y)	$\Delta\theta_{0.5y} = 4^\circ$
Сектор сканирования (по X)	$\theta_{скx} = \pm 32^\circ$
Сектор сканирования (по Y)	$\theta_{скy} = \pm 18^\circ$
Количество разрядов фазовращателя	$p = 3$
Коэффициент усиления	$K_p = 22 \text{ дБ}$
Длина волны	$\lambda = 5 \text{ см}$
Уровень боковых лепестков	$t \leq -18 \text{ дБ}$

Рассчитать:

Энергетический потенциал – ( $P_{прд}$ ).

Количество элементов – ( $N$ ).

Мощность возбуждителя – ( $P_{возб}$ ).

## 2. Расчет.

### 2.1. Расчет количества элементов.

Вспользуемся формулой ширины ДН с учетом спадающего к краям амплитудного распределения:  $\Delta\theta_{0,5} = (1 + 0,636\Delta^2) \frac{51^\circ\lambda}{Nd}$ .

$$\text{Тогда: } N_x = (1 + 0,636\Delta^2) \frac{51^\circ\lambda}{\Delta\theta_{0,5x}d_x} = (1 + 0,636 * 0,27^2) \frac{51^\circ * 5}{8^\circ * 3,4} \approx 10.$$

$$N_y = (1 + 0,636\Delta^2) \frac{51^\circ\lambda}{\Delta\theta_{0,5y}d_y} = (1 + 0,636 * 0,27^2) \frac{51^\circ * 5}{4^\circ * 5,1} \approx 14.$$

Общее число элементов:  $N = N_x * N_y = 140$ .

### 2.2 Расчет энергетического потенциала передающей АФАР.

$$P_{\text{прд}} = N^2 g p_0.$$

где  $g$  – минимальное усиление излучателя в заданном секторе сканирования. Определяется по формуле:

$$g_0 = \frac{4\pi S_0}{\lambda^2} \sigma A.$$

$S_0$  – площадь, занимаемая излучателем;  $\sigma$  – коэффициент использования площади (в нашем случае 0,7);  $A$  – коэффициент, меньший единицы, обуславливающий падение усиления элемента в заданном секторе сканирования (обычно берется 0,5)

$$g_0 = \frac{4\pi d_x d_y}{\lambda^2} \sigma A = \frac{4\pi * 3,4 * 5,1}{5^2} 0,7 * 0,5 = 3,05.$$

Учитывая неравномерное амплитудное распределение, получаем некоторое уменьшение усиления:

$$g = \frac{g_0}{1+0,5\Delta^2} = \frac{3,05}{1+0,5*0,27^2} = 3.$$

Рассчитаем суммарные потери:

$$L_{\Sigma} = n * 3 + L_{\text{ФВ}} + L_{\text{каб}} + L_{\text{дел}}.$$

где  $n*3$  потери при делении сигнала,  $L_{\text{ФВ}}$  потери в фазовращателе,  $L_{\text{каб}}$  погонные удельные потери кабеля,  $L_{\text{дел}}$  омические потери в делителе

$$L_{\text{каб}} = L_{\text{каб0}} * l.$$

$$L_{\text{дел}} = L_{\text{дел0}} * n.$$

Для нашей частоты 6 ГГц:  $L_{\text{каб0}} \approx 2$  дБ/м,  $L_{\text{дел0}} \approx 0,5$  дБ,  $L_{\text{ФВ}} \approx 3$  дБ

$$n = \log_2 256 = 8.$$

$$l = \frac{\sqrt{(d_x N_x)^2 + (d_y N_y)^2}}{2} + 15\% = \frac{\sqrt{(3,4 \cdot 10)^2 + (5,1 \cdot 14)^2}}{2} * 0,85 \approx 34 \text{ см.}$$

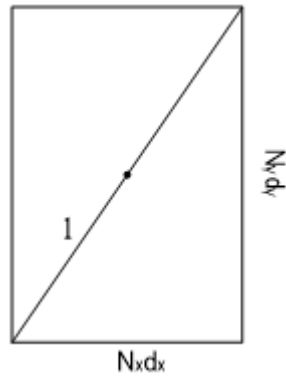


Рис. 1

$$L_{\Sigma} = 8 * 3 + 3 + 2 * 0,34 + 0,5 * 8 \approx 32 \text{ дБ.}$$

Как мы видим, условие работоспособности АФАР не выполняется  $K_p \geq L_{\Sigma}$ .

Следовательно, необходимо перейти к 2-х этажной схеме возбуждения:

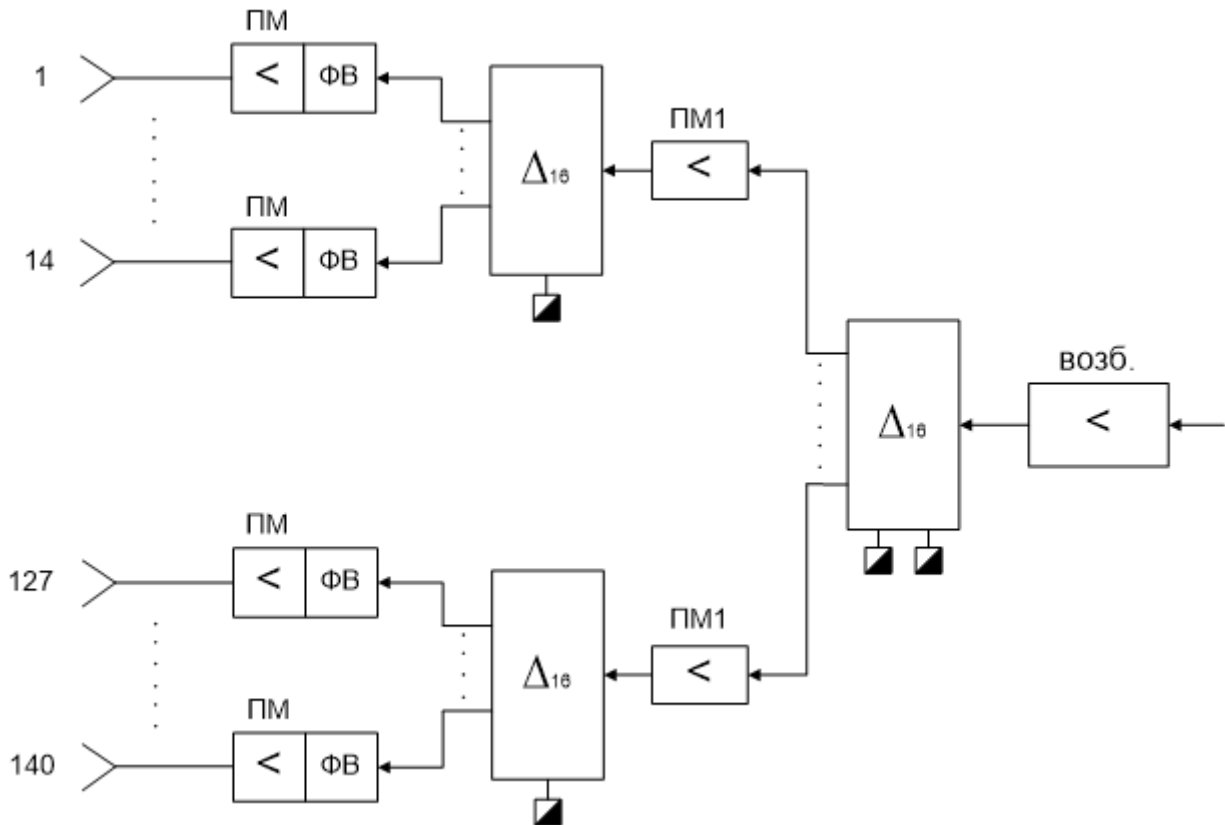


Рис. 2

ПМ – передающий модуль.

$$L_{\Sigma 2\text{этаж}} = 4 * 3 + 3 + 2 * 0,34 + 0,5 * 4 \approx 18 \text{ дБ.}$$

Теперь рассчитаем  $P_{\text{возб}}$

С учетом 2-х этажной схемы, можем считать, что общий  $K_{p2\text{этаж}} = 44 \text{ дБ.}$

$K_{p2\text{этаж}} - L_{\Sigma} = 44 - 32 = 12 \text{ дБ} \Rightarrow P_{\text{возб}}$  должно быть на 12 дБ меньше, чем  $p_0$

$$12 \text{ дБ} \approx 15,8 \text{ раз.}$$

$$P_{\text{возб}} = \frac{p_0}{15,8} = \frac{1,5}{15,8} \approx 95 \text{ мВт.}$$

### ***Список литературы***

1. Чистюхин В.В. Антенно-фидерные устройства: Учеб. пособие / В.В. Чистюхин. – 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.