

Трактурное задание №2

Амплитудно-модулированное колебание

Задача 1. Определить число радиовещательных, радиотелевизионных, телевизионных, телеграфных каналов, которые могут работать без взаимных помех в диапазоне длин волн $\lambda = 2-5$ м, при следующих данных: максимальная частота в спектрах перемещаемых сообщений для телеграфных каналов 300 Гц, радиотелевизионных 3 кГц, радиовещательных 5 кГц, телевизионных 6 МГц, перенос телевизионного сигнала ведется на одной боковой полосе частот $f_{\text{МК}}$. Для крайних переносимых помех $\pm f_{\text{МК}}$ каналы всегда присутствуют закрытые интервалы шириной 10% от той частоты спектра сообщения. Определить относительную полосу частот $f_{\text{МК}}$ при $\lambda = 2$ и $\lambda = 5$ м.

Ширина спектра $f_{\text{МК}}$ зависит от максимальной частоты передаваемой информации

$$\Delta f = \Delta f_{\text{max}}$$

С учетом закрытого интервала (10%)

1. Телеграфной $\Delta f = 2 \cdot 300 \cdot 1.1 = 660 \text{ Гц}$

2. Радиотелевизионной $\Delta f = 2 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 1.1 = 6.6 \text{ кГц}$

3. Радиовещательной $\Delta f = 2 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 1.1 = 11 \text{ кГц}$

4. Телевизионной $\Delta f = \frac{2}{\lambda} \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot 1.1 = 6.6 \text{ МГц}$

ведется на одной боковой полосе

Частотной диаграммой, предназначенной для работы переносимых каналов:

$$\Delta F = |f_2 - f_1| = \left| \frac{c}{\lambda_{\text{min}}} - \frac{c}{\lambda_{\text{max}}} \right| = \left| \frac{3 \cdot 10^8}{5} - \frac{3 \cdot 10^8}{2} \right| = 90 \text{ МГц}$$

Считаем число каналов:

1. Телеграфной: $N = \frac{\Delta F}{\Delta f} = 136363$

2. Радиотелевизионной $N = \frac{\Delta F}{\Delta f} = 13636$

3. Радиовещательной $N = 8182$

4. Телевизионной $N = 13$

Графическое задание №2

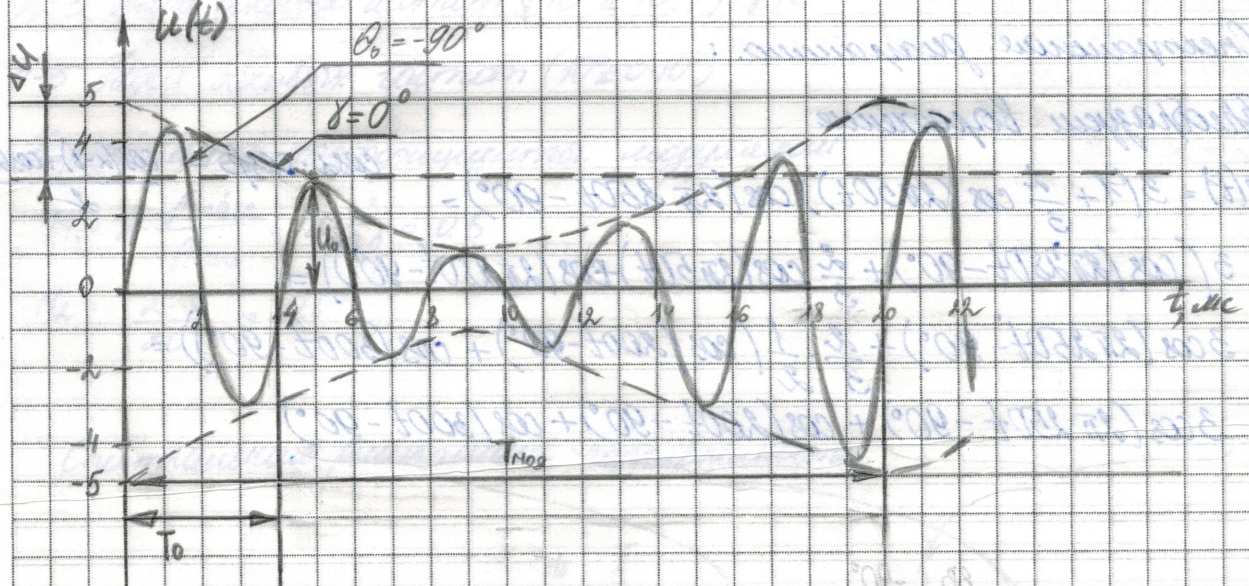
Относительная погрешность расчета АЧХ при $\lambda = \text{дли.}$ $f_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{2} = 15 \cdot 10^7$

1. Фазографный $\frac{\Delta f_{\text{max}}}{f_0} = 4 \cdot 10^{-6}$
2. Радиотермометрический $\frac{\Delta f_{\text{max}}}{f_0} = 4 \cdot 10^{-5}$
3. Радиовеселательный $\frac{\Delta f_{\text{max}}}{f_0} = 6.4 \cdot 10^{-5}$
4. Телевизионный $\frac{f_{\text{max}}}{f_0} = \frac{6 \cdot 10^6}{1.5 \cdot 10^8} = 4 \cdot 10^{-2}$

При $\lambda = 5 \text{ м}$

1. Фазографный 10^{-5}
2. Радиотермометрический 10^{-4}
3. Радиовеселательный $1.4 \cdot 10^{-4}$
4. Телевизионный 0.1

Задача 2 На рисунке представлено графическое АЧХ записать аналитическое выражение передаточной функции и изобразить его спектрограмму. Определить среднюю за период модулирующую частоту, возмущенную на соосновании 10 дБ.



Из графика находим:
 $T_0 = 4 \text{ мкс}$ $U_0 = 3 \text{ В}$ $\theta_0 = -90^\circ$
 $T_{\text{mod}} = 20 \text{ мкс}$ $\Delta U = 1 \text{ В}$ $\delta = 0$

Коэффициент модуляции $M = \frac{\Delta U}{U_0}$

$$M = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{max}} + U_{\text{min}}} = \frac{5 - 1}{5 + 1} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

Фрактурное напряжение №2

Определить величину минимального значения модульированного колебания:

$$a(t) = A_0 [1 + M \cos(\Omega t + \delta)] \cos(\omega_0 t + \phi_0)$$

⇒ Амплитудное ^{огибающая} напряжение заданного АЧК принимает вид:

$$u(t) = 3 \left(1 + \frac{2}{3} \cos(2\pi 50t)\right) \cos(2\pi 250t - 90^\circ)$$

$$\Omega \Rightarrow \frac{1}{T_{\text{mod}}} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50$$

$$\omega_0 \Rightarrow \frac{1}{T_0} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = 250$$

$$\omega \Rightarrow 2\pi f$$

Среднее значение

! Следите за период модуляции и частотой пропорциональной средней квадрату амплитуды

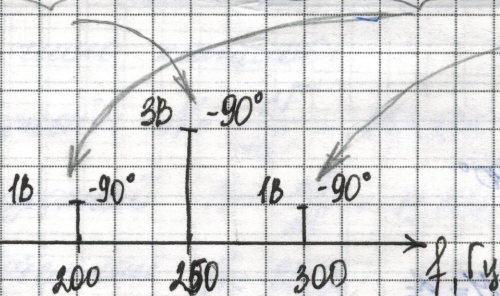
$$A^2(t) = \frac{1}{2} A_0^2 (1 + 0.5M^2)$$

$$\Rightarrow U^2(t) = \frac{1}{2} 3^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{9}\right) = 11 \cdot 0.5 = 5.5 \text{ Вт}$$

Степановича графика:

Преобразуем выражение

$$\begin{aligned} u(t) &= 3 \left(1 + \frac{2}{3} \cos(2\pi 50t)\right) \cos(2\pi 250t - 90^\circ) = \frac{\cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)}{2}}{2} \\ &= 3 \left(\cos(2\pi 250t - 90^\circ) + \frac{2}{3} \cos(2\pi 50t) \cos(2\pi 250t - 90^\circ) \right) = \\ &= 3 \cos(2\pi 250t - 90^\circ) + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} (\cos(200t - 90^\circ) + \cos(300t - 90^\circ)) = \\ &= 3 \cos(2\pi 250t - 90^\circ) + \cos(200t - 90^\circ) + \cos(300t - 90^\circ) \end{aligned}$$



Практическое задание №2

Задача 3 Задача амплитудное выражение АЧХ

$$u(t) = 20 \left[1 + 0.3 \cos\left(10^4 t + \frac{\pi}{6}\right) + 0.5 \cos\left(5 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{4}\right) \right] \cdot \cos\left(10^6 t + \frac{\pi}{3}\right)$$

Построить спектральную и векторную диаграммы, определить ширину спектра и среднюю мощность, выделяемую на сопротивлении 10 Ом

Решение: Преобразуем заданное выражение в сумму гармонических колебаний.

$$\begin{aligned} u(t) &= 20 \left[1 + 0.3 \cos\left(10^4 t + \frac{\pi}{6}\right) + 0.5 \cos\left(5 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{4}\right) \right] \cdot \cos\left(10^6 t + \frac{\pi}{3}\right) = \\ &= 20 \left[\cos\left(10^6 t + \frac{\pi}{3}\right) + 0.3 \cos\left(10^4 t + \frac{\pi}{6}\right) \cdot \cos\left(10^6 t + \frac{\pi}{3}\right) + 0.5 \cos\left(5 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{4}\right) \cos\left(10^6 t + \frac{\pi}{3}\right) \right] = \\ &= 20 \cos\left(10^6 t + \frac{\pi}{3}\right) + 3 \cos\left[\left(10^6 - 10^4\right)t + \frac{\pi}{6}\right] + 3 \cos\left[\left(10^6 + 10^4\right)t + \frac{\pi}{2}\right] + 5 \cos\left[\left(10^6 - 5 \cdot 10^3\right)t + \frac{\pi}{12}\right] + \\ &+ 5 \cos\left[\left(10^6 + 5 \cdot 10^3\right)t + \frac{7\pi}{12}\right] \text{ В} \end{aligned}$$

Итак, в спектре 5 составляющих:

1. Основная колебание с частотой 10^6 рад/с

2-3 Пара боковых частот $(10^6 \pm 10^4)$ рад/с

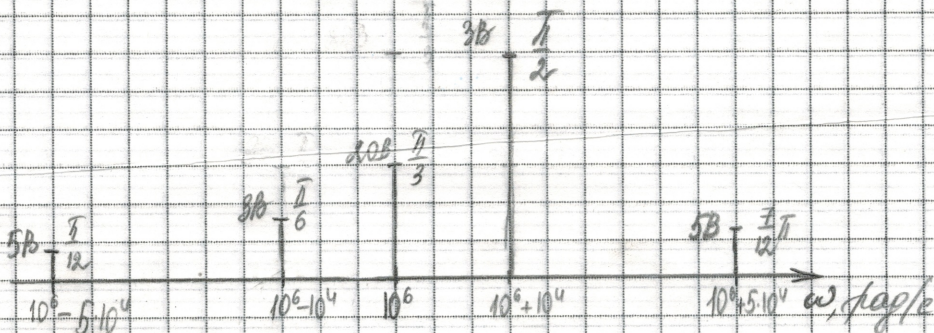
4-5 Пара боковых частот $(10^6 \pm 5 \cdot 10^3)$

Парциальные коэффициенты модуляции:

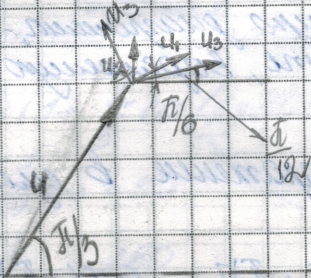
$$M_1 = 2 \cdot \frac{A_{\min}}{A_{\max}} = 2 \cdot \frac{3}{20} = 0.3$$

$$M_2 = \frac{2 \cdot 5}{20} = 0.5$$

Спектральная диаграмма напряженности



Векторная диаграмма направленности:



сигналы по несущей частоте (1)

Ширина спектра $\Delta\omega = 2\Omega_{\max}$

т.к. в приведенной АЧХ (сигналы по спектральной характеристике) $\Omega_{\max} = 5 \cdot 10^4$ рад/с

то $\Delta\omega = 2 \cdot 5 \cdot 10^4$ рад/с = 10^5 рад/с

Средняя мощность: $P_{cp} = 0.5 U^2 (1 + 0.5 \sum_{i=1}^n M_i^2)$, где n - число гармонических составляющих в спектре модулирующей частоты.

$P_{cp} = 234$ Вт.