

Практическое занятие 1. Основное модели непрерывных (аналоговых) радиосигналов

Самая простая и самая распространённая модель, используемая при исследовании и проектировании радиотехнических систем и устройств, это модель гармонического (синусоидального) сигнала

$$s(t) = a \cos(\omega t + \varphi), \text{ где } a - \text{амплитуда, } \omega = 2\pi f = \frac{d\varphi}{dt} - \text{частота,}$$

a и φ - начальная фаза сигнала, t - время; $t \in [0; \infty)$

Вспомните, что гармонический сигнал имеет бесконечно большую энергию, что противоречит известным физическим представлениям. Поэтому такая модель не всегда может рассматриваться как действительная.

Кроме того он только предвзвешен для $\forall t \in [0; \infty) \Rightarrow$ он не может переносить информацию

Для того чтобы передать сигнал возможностью перенести сообщение, его параметры изменяют в соответствии с этим сообщением. Процесс воздействия передаваемого сообщения на параметры несущего колебания называют модуляцией

У колебания $s(t) = a \cos(\omega t + \varphi)$ таких параметров 3:

- 1 амплитуда
- 2 частота
- 3 начальная фаза

Отсюда модуляция может быть амплитудная, частотная, фазовая

Аналитическая модель модулированного сигнала:

$$s(t) = a(t) \cos[\omega(t) + \varphi(t)] = a(t) \cos \Phi(t)$$

$\Phi(t)$ - полная фаза сигнала $\Phi(t) = \int_0^t \omega(\tau) d\tau + \varphi$

Амплитуда сигнала отрицательной быть не может, поэтому

$$a(t) = a(1 + \text{там}(C(t))) \geq 0$$

там - коэффициент модуляции
там не превосходит единицы
 $\text{там} \leq 1$

Управляющее сообщение $C(t)$ - модулирующая функция - принимает значения на интервале $[-1; 1]$

Тел. запись:

Полоса пропускания - диапазон частот в пределах которого АЧХ устройства достаточно равномерна для того, чтобы обеспечить передачу сигнала без существенного искажения его формы

Практические заметки 1

Разность фаз сигналов $\Delta\varphi = \omega_0 \Delta t$

Относительная стабильность частоты - характеристика, показывающая отклонение частоты передатчика от первоначального значения

Стабильность частоты определяется отклонением $\frac{\Delta f}{f}$, где Δf - величина ухода частоты, f - первоначальное значение частоты.

Задача! Измерение скорости распространения света
задачи используя эффект Доплера

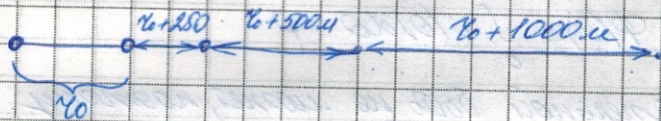
Задача 1 В антенне радионавигационного устройства возбуждаются колебания с частотой $f = 1000$ МГц. Определить длину волны сигнала, излучаемого антенной

Решение:

$$\lambda = cT; \quad T = \frac{1}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 10^2}{10^9} = 30 \text{ м}$$

Задача 2 Сигналы на частоте $f = 300$ кГц принимаются в 4 пунктах, удаленных от передающей антенны на расстояния соответственно r_0 , $r_0 + 250$ м, $r_0 + 500$ м, $r_0 + 1000$ м. Определить разности фаз сигналов на входе приемников 1-2, 1-3, 1-4



Решение:

1. При разности расстояний Δr задержка сигнала на пути распр.:

$$\Delta t = \frac{\Delta r}{c}$$

2. Фазовой сдвиг $\varphi = \omega_0 \Delta t = 2\pi f_0 \frac{\Delta r}{c}$; $\lambda = \frac{c}{f}$

$$\varphi_{1-2} = 2\pi \frac{f_0 \Delta r_{1-2}}{c} = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 250 \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^8} = \frac{2\pi \cdot 10^6 \cdot 25 \cdot 3}{10^8 \cdot 3} = \frac{\pi}{2}$$

Практическое задание №1

$$\varphi_{1-3} = \frac{\Delta f}{f_0} \Delta f_0 = \frac{\Delta f \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^2}{3 \cdot 10^8} = \pi$$

$$\varphi_{1-4} = \frac{\Delta f}{f_0} \Delta f = \frac{\Delta f \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = \Delta f$$

задача 3 Полоса пропускания приемника радиовещательного диапазона составляет ≈ 50 Гц. Определить относительную стабильность частоты передатчика, работающего на $\lambda = 1000$ м, чтобы уход частоты Δf не превышал 1% от полосы пропускания приемника. Это же при работе волне $\lambda = 25$ м

Стабильность частоты $\frac{\Delta f}{f}$ Δf - величина ухода частоты
 f - первоначальное значение

$$\Delta f = 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^3 = 50 \text{ Гц} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{лучше писать равенство:} \\ \Delta f \leq 50 \text{ Гц} \end{array} \right.$$

не превышает 1%

Несущая частота $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^3} = 3 \cdot 10^5 \text{ Гц}$

на волне 25 м $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{25} = 12 \cdot 10^6 \text{ Гц}$

Стабильность:

$$\frac{\Delta f}{f} \approx 14 \cdot 10^{-4} \quad \text{для волне } \lambda = 25 \text{ м} \quad \frac{\Delta f}{f} = \frac{50}{12 \cdot 10^6} \approx 4 \cdot 10^{-6}$$

задача 4 Полоса пропускания приемника радиолокационной разведки составляет ≈ 1 МГц. Определить требуемую относительную стабильность частоты передатчика при работе волне $\lambda = 10$ см, чтобы уход частоты не превышал 1% от полосы пропускания.

$$\Delta f = 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^6 \quad (\Delta f \leq 10^4 \text{ Гц})$$

$$f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{10^8 \cdot 3}{10 \cdot 10^{-2}} = 3 \cdot 10^9 \text{ Гц}$$

Стабильность:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{10^4}{3 \cdot 10^9} = 33 \cdot 10^{-6}$$