

Глава 4 Задача №11

Амплитуда ЧМ-сигнала передатчика в отсутствие модулирующего колебания равна 250 В. Измерения показали, что при подаче однотонального модулирующего колебания амплитуда составляющей на несущей частоте становится равной 244 В. Определите индекс частотной модуляции. Можно ли полагать, что в описываемых условиях реализована узкополосная ЧМ?

Дано:

$$U_m = 250 \text{ В},$$

$$U_{m_2} = 244 \text{ В}$$

Найти:

$$m - ?$$

Является ли ЧМ узкополосной?

Решение:

Математическая модель ЧМ-сигнала с любым значением индекса модуляции имеет следующий вид:

$$u(t) = U_m \sum_{k=-\infty}^{\infty} J_k(m) \cos(\omega_0 + k\Omega)t, \text{ где}$$

$J_k(m)$ – функция Бесселя k -го индекса от аргумента m .

В отсутствие модулирующего колебания, то есть $\Omega = 0$ Гц, получаем:

$$u(t) = U_m \cdot J_0(0) \Rightarrow u(t) = U_m = 250 \text{ В, так как } J_0(0) = 1$$

При подаче однотонального модулирующего колебания амплитуда составляющей на несущей частоте становится равной 244 В. Так как данная амплитуда получается на несущей частоте, то $k=0$, но теперь $\Omega \neq 0$, поэтому:

$$u(t) = U_m J_0(m) \cos(\omega_0 t)$$

При амплитуде $\cos(\omega_0 t) = 1$, поэтому:

$$u(t) = U_m J_0(m) = U_{m_2} \Rightarrow J_0(m) = \frac{U_{m_2}}{U_m} = \frac{244}{250} = 0,976$$

Воспользуемся таблицей значений функций Бесселя нулевого порядка для нахождения значения m :

x	$J_0(x)$
0,0	1,0000
0,1	0,9975
0,2	0,9900
0,3	0,9776
0,4	0,9604
0,5	0,9385

Из таблицы видим, что нам подходит значение $m = 0,3$.

Чтобы ответить на вопрос, является ли данный ЧМ-сигнал узкополосным, запишем выражения для полосы частот сигнала:

$$\Pi = 2m\Omega = 2 \cdot 0,3\Omega = 0,6\Omega$$

Условие узкополосности сигнала: $\omega_0 \gg \Pi = 0,6\Omega$

Несущая частота по определению больше частоты модулирующего колебания, поэтому можем сказать, что данный ЧМ-сигнал является узкополосным.