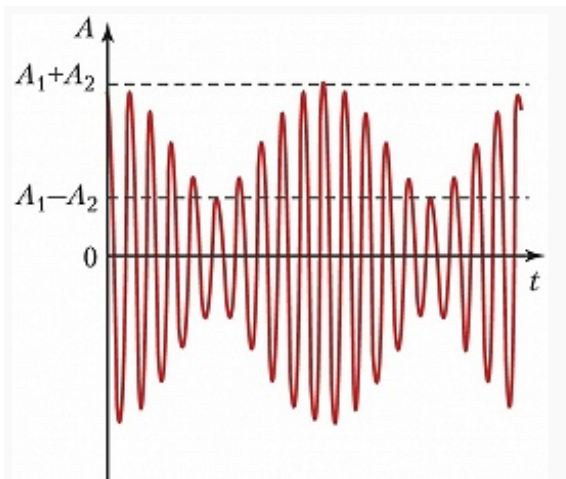


# БИЕНИЯ

Авторы: Н. С. Степанов



Биения, возникающие в результате сложения двух гармонических колебаний в случае  $A_1=2A_2$  и  $\Delta\omega=0,1\omega_1$ .

БИЕНИЯ, периодические изменения амплитуды (интенсивности) колебаний, возникающие при наложении двух или большего числа гармонических колебаний с близкими частотами. Пусть, напр., имеются два колебания с амплитудами  $A_1, A_2$ , угловыми частотами  $\omega_1, \omega_2$  и фазами

$\varphi_1, \varphi_2$ :

$$s_1(t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi_1), \quad s_2(t) = A_2 \cos(\omega_2 t + \varphi_2), \quad (1)$$

где

$t$  – время, а разность частот

$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$  отлична от нуля. Выразив частоту второго колебания как

$\omega_2 = \omega_1 + \Delta\omega$ , можно суммарное колебание

$s(t) = s_1 + s_2$  записать в виде:

$$s(t) = A(t) \cos(\omega_1 t + \varphi), \quad (2) \quad A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1 + \Delta\omega t). \quad (3)$$

При

$\Delta\omega \ll \omega_1$  и

$\Delta\omega \ll \omega_2$  выражение (2) можно рассматривать как модулированное по амплитуде колебание с несущей частотой

$\omega_1$ , причём мгновенная амплитуда

$A(t)$  периодически изменяется от

$A_1 + A_2$  (рис.) в моменты, когда

$\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 1$ , до

$|A_1 - A_2|$ , когда

$\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = -1$ . При

$A_1 = A_2$  в последнем случае происходит полное взаимное гашение двух колебаний.

Частота изменений амплитуды (частота Б.)

$\Delta\omega$  оказывается тем ниже, чем ближе частоты слагаемых колебаний

$\omega_1$  и

$\omega_2$ , и при

$\omega_1 \rightarrow \omega_2$  исчезает («нулевые» Б.).

По частоте Б. можно с большой точностью определять разность частот двух колебаний и измерять разл. параметры, влияющие на частоту реальных генераторов колебаний (ёмкости, индуктивности и др.), что широко используется на практике, напр., при настройке муз. инструментов (в этом случае Б. воспринимаются на слух). Возникновение относительно низкочастотных Б. при сложении колебаний применяется в радиотехнике при гетеродинном приёме высокочастотных сигналов (см. [Гетеродин](#)). Нерегулярные Б. могут возникать и при одинаковых частотах колебаний из-за неизбежного случайного дрейфа их фаз; это позволяет контролировать стабильность фазы генераторов путём наложения сигналов генератора и высокостабильного эталонного источника.

## Литература

Лит.: Горелик Г. С. Колебания и волны. 2-е изд. М., 1959; Пейн Г. Физика колебаний и волн. М., 1979.

Processing math: 100%