

Исследование биений в сопряженных системах

Баранов А.А., Позняк В.С., Желтов Н.С., Чекризов А.В.
Белорусский национальный технический университет

Биения представляют собой гармонические колебания с пульсирующей амплитудой. Они возникают в системе осцилляторов при сложении колебаний с близкими частотами и наблюдаются для механических, звуковых, электрических и световых колебаний. В музыке биения используют для настройки музыкальных инструментов, для изучения обертонового состава звуков и комбинационных тонов. В радиотехнике биения используют для усиления сигнала супергетеродинных радиоприемников. В медицине применяют бинауральные биения для воздействия звука на мозг человека с целью улучшения памяти, лечения некоторых болезней и т.д. В технике торцевые и радиальные биения валов станков и пил приводят к дефектам в работе. В квантовой механике в молекуле аммиака NH_3 возникают биения, приводящие к электромагнитному излучению.

В лабораторном практикуме предлагается изучение биений в системе двух сопряженных (связанных упругой пружиной) маятников на установке *FRM* – 13. Установка позволяет исследовать биения в системе с малым трением и слабой связью. Экспериментально измеренный период синфазных колебаний маятников, когда оба маятника отклоняются в одну сторону на малый угол $\varphi < 10^\circ$, оказался равным $T_c = 1,2349\text{с}$. Период противофазных колебаний, когда маятники отклоняются в противоположные стороны, оказался равным $T_n = 0,9731\text{с}$.

Вычисление периода биений согласно теории колебаний по формуле $T_b = (T_n^{-1} - T_c^{-1})^{-1}$ приводит к значению $T_b = 4,590\text{с}$.

Непосредственное измерение на установке периода биений дает $T_b = 4,520\text{с}$. Тогда относительная ошибка определения периода биений различными способами составляет $\epsilon_r = \pm 1,5\%$.

Третий способ нахождения частоты биений (а значит и периода) приводит в искомом приближении к $\omega_b = \omega_c - \omega_n$, с частотами

$$\omega_c = \sqrt{g/l}, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2kd}{ml^2}},$$

где параметрами установки являются: l – длина маятников, m – масса грузов, k – жесткость пружины, d – расстояние от точек подвеса маятников до точек крепления пружин. При этом период биений оказывается близким к экспериментально определенному. Таким образом, на этом примере можно ознакомиться с биениями, находящими широкое применение в различных областях.