КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

П. Д. Седро

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. М. Евтухова

Механическая система – это совокупность материальных точек, у которых движения взаимосвязаны между собой. Если движения этих точек не ограничены никакими связями, то эта система называется свободной.

Одними из самых простых механических систем являются маятники.

Маятник – несвободная механическая система, состоящая из твердого тела (грузика), соединенного с некоторой неподвижной точкой с помощью стержня или нити. Такая система может совершать колебания, если нарушить ее равновесие, или приложить к ней некоторую силу.

Рассмотрим следующий маятник, не находящийся в положении равновесия, приняв его колебания за гармонические:

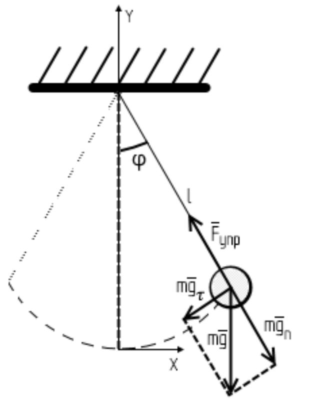

Рис. 1. Пример маятниковой системы

При отклонении маятника от положения равновесия на некоторый угол φ, на его дальнейшее поведение влияет сила тяжести. Видно, что нормальная компонента силы тяжести $m\vec{g}_n$ компенсируется силой упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$. Исходя из этого, выразим уравнение движения маятника, используя 2-й закон Ньютона:

$$m\ddot{x} = -m\vec{g}\sin\frac{x}{l}.$$

Поскольку угол φ мал, справедливо следующее утверждение: $\sin\frac{x}{l} \approx \frac{x}{l}$.

Тогда получим:

$$m\ddot{x} = -m\frac{\vec{g}}{l}x.$$

Перенесем все в левую часть и введем замену $\omega_0^2 = \frac{\vec{g}}{l}$, и, упростив, запишем уравнение движения математического маятника:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0.$$

Решением данного уравнения является следующая функция:

$$x(t) = A\cos(\omega_0 t + \varphi),$$

где A – амплитуда колебаний; ω_0 – циклическая частота; φ – начальный угол отклонения (начальная фаза).

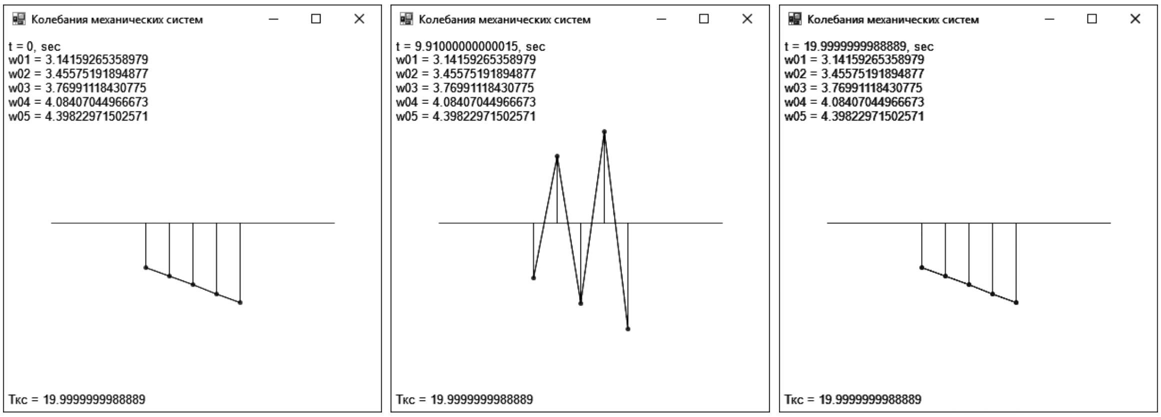

Рис. 3. Состояния системы маятников в разные моменты времени

Заключение. Маятники – это одни из самых простых механических систем, что позволяет удобно рассматривать их колебательные законы. Объединяя маятники в более сложные системы и исследуя их колебания, можно наглядно моделировать различные «волны».

Литература

1. Горбатый, И. Зависимость периода колебаний от амплитуды / И. Горбатый // Квант. – 2005. – № 2. – С. 27–29.
2. Седро, П. Волны маятника / П. Седро // Актуальные вопросы физики и техники : материалы VII Респ. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 25 апр. 2018 г. / Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель, 2018. – Ч. 1. – С. 275–277.