

35 Механические колебания

Механические колебания — это движение тела, повторяющееся во времени около положения равновесия (далее для краткости — *колебания*).

Одно полное колебание — это такое движение, после которого тело первый раз оказывается в начальном положении, имея в нем те же скорость и ускорение (рассматриваются *незатухающие* колебания). *Период* (T [с]) есть время одного полного колебания¹.

На рис. 1 показаны несколько положений колеблющегося на пружине шара и график его движения (положение тела фиксируют каждую секунду).

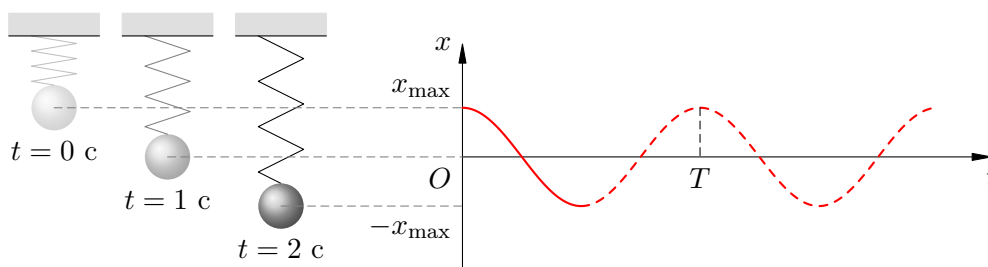


Рис. 1. Колебания шара

Система тел (рис. 1, слева) находится вблизи планеты, трения нет. Покоящийся массивный шар, смещенный вверх от положения равновесия на величину x_{\max} , при $t = 0$ с начинает разгон вниз из координаты x_{\max} . К моменту времени $t = 1$ с разгон окончен, и шар оказывается в положении равновесия $x = 0$; с этого момента начинается торможение движущегося вниз шара. В момент $t = 2$ с шар останавливается в координате $-x_{\max}$; далее характер движения шара подобен уже рассмотренному процессу, но перемещается шар теперь вверх.

На диаграмме $x(t)$ (рис. 1, справа) сплошной линией показан график изменения координаты тела в рассмотренном промежутке времени; штриховая линия описывает зависимость $x(t)$ при больших значениях t . На этом графике отмечен момент времени T , при котором тело возвращается в начальное положение: *за время T (период) тело проходит путь в четыре x_{\max} (четыре амплитуды)*.

При точных построениях (и малых деформациях пружины) форма графика на рис. 1 (справа) указывает, что шар совершает гармонические колебания.

Гармонические колебания — это колебания, при которых координата тела меняется во времени по закону *косинуса* (или *синуса*):

$$x = x_{\max} \cos(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

где x_{\max} — *амплитуда колебаний*, то есть наибольшее отклонение от положения равновесия (наибольшее значение координаты); $(\omega t + \varphi)$ — *фаза* колебания; ω — *циклическая частота* (или *круговая частота*); φ — *начальная фаза*².

К проекциям скорости и ускорения тела при колебаниях можно перейти через производные по времени (пример для проекций на ось Ox):

$$v_x = x', \quad a_x = v'_x. \quad (2)$$

¹Связи величин в колебаниях аналогичны связям одноименных величин, описывающих движение по окружности: например, $\nu = \frac{1}{T}$ или $\omega = 2\pi\nu$.

²Циклическая частота есть скорость изменения фазы. Фаза и циклическая частота измеряются в рад и рад/с соответственно (рад или радиан — единица измерения угла: $180^\circ = \pi$ рад).