

Местные ресурсы требуются и их сокращению. Коммунальные ресурсы требуются



# Колебания

## Примеры колебаний:

- покачивание веток деревьев на ветру,
- вибрация струн у музыкальных инструментов,
- движение поршня в цилиндре двигателя автомобиля,
- качания маятника в настенных часах ,
- биения нашего сердца и т.д.

*Смена бодрствования и сна, труда и отдыха, зимы и лета... Даже наше каждодневное хождение в школу и на работу и возвращение домой попадает под определение колебаний.*

*Так что же такое колебания? (попробуйте выделить главный признак колебательного движения)*



- Главным признаком любого колебательного движения является его **повторяемость (периодичность)**
- **Колебаниями, или колебательными движениями,** называют движения (или изменения состояния), которые точно или приблизительно повторяются через определенный промежуток времени.
- *Колебания, характеризующиеся периодическим изменением механических величин (смещения, скорости, ускорения и т.п.) называются **механическими колебаниями.***

**- Приведите свои примеры механических колебаний**



# Механические колебания в природе и технике



Транспорт



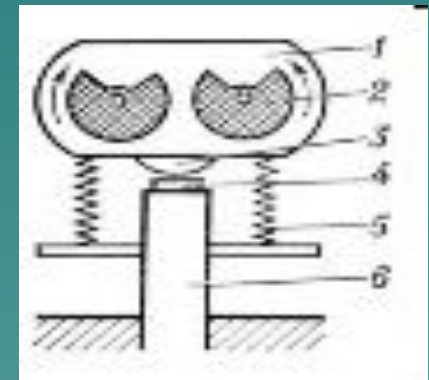
Часы



Бы  
т



Отбойный  
молоток.



Вибромолот  
(устройство  
для  
забивания  
свай)

# Свободные колебания.

*Колебания, происходящие под действием только внутренних сил самой системы за счет первоначального запаса энергии, называются **свободными**.*

Система тел, способная совершать свободные колебания, называется **колебательной системой**



## Условия возникновения свободных колебаний:

1. Наличие силы, стремящейся вернуть колебательную систему в положение устойчивого равновесия («возвращающей силы»)
2. Малое трение в колебательной системе

# Характеристики колебаний

- ◆ **Смещение**  $x$  — отклонение колеблющейся точки от положения равновесия в данный момент времени (м). *(по сути  $x$  – координата)*
- ◆ **Амплитуда**  $x_m$  (или  $A$ ) — это максимальное смещение от положения равновесия (м). *(Амплитуда определяет «размах» колебаний)*
- ◆ **Период**  $T$  — время, за которое совершается одно полное колебание (с).

• **Частота  $\nu$  (ню)** — число полных колебаний в единицу времени. В СИ измеряется в герцах (Гц) в честь немецкого физика Г. Герца (1857 – 1894).

Частота колебаний равна одному герцу, если за 1 секунду совершается 1 полное колебание.

• **Циклическая (круговая) частота  $\omega$**  — это число полных колебаний за  $2\pi$  секунды ( $\pi = 3,14$  рад) :

$$\omega = 2\pi\nu \quad (\text{рад/с})$$

• **Фаза колебания  $\phi$  (фи)** — физическая величина, применяемая для описания состояния колебательной системы в данный момент времени (рад)

*(в примере с маятником: фаза – угол, на который отклоняется от положения равновесия колеблющаяся точка в данный момент  $t$ )*

# Основные формулы

1. Для периода  $T$  и частоты  $\nu$  справедливы те же формулы, что и для периода и частоты обращения материальной точки по окружности :

$$T = \frac{t}{n}$$

(1)

$$\nu = \frac{n}{t}$$

(2)

2. Из (1) и (2) видим, что период и частота колебаний – величины взаимно обратные, т.е:

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \nu = \frac{1}{T}$$

3. Связь между периодом, частотой и циклической частотой:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi}$$

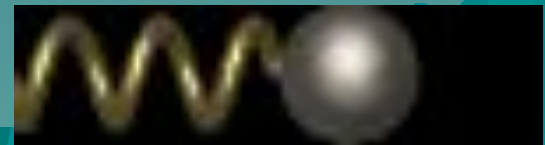
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$



# Задачи для самоконтроля:

- 1 Груз, подвешенный на нити, совершает 20 полных колебаний за 10 секунд. Определите период, частоту, циклическую частоту этих колебаний.
- 2 Колеблющееся в горизонтальной плоскости тело проходит 30 см от правого крайнего до левого крайнего положения за 0,5 с. Определите период, частоту, циклическую частоту колебаний и их амплитуду. Какой путь проходит тело **за период**? Какое перемещение совершает?



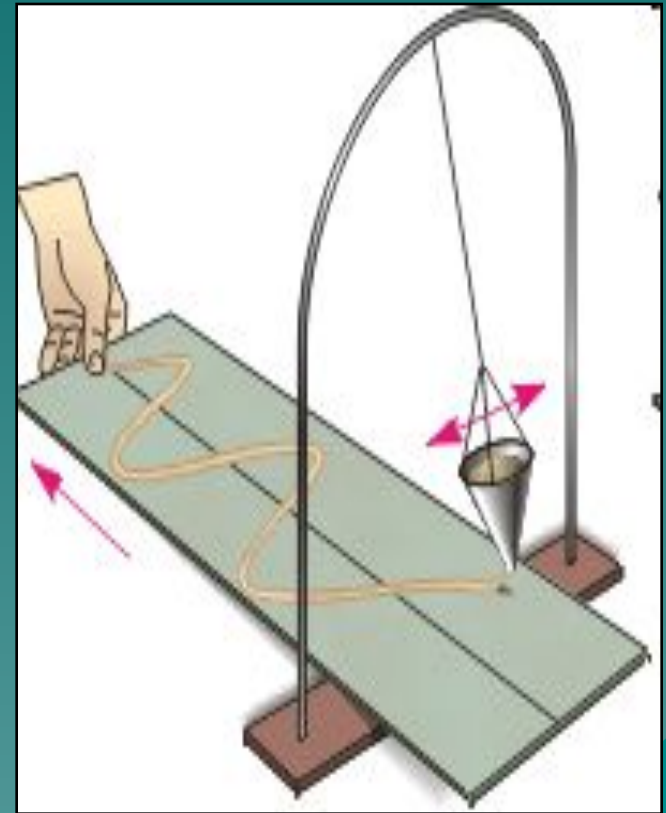
# График колебаний

## Вид графика – из опыта:

Подвесим на нити воронку с песком.

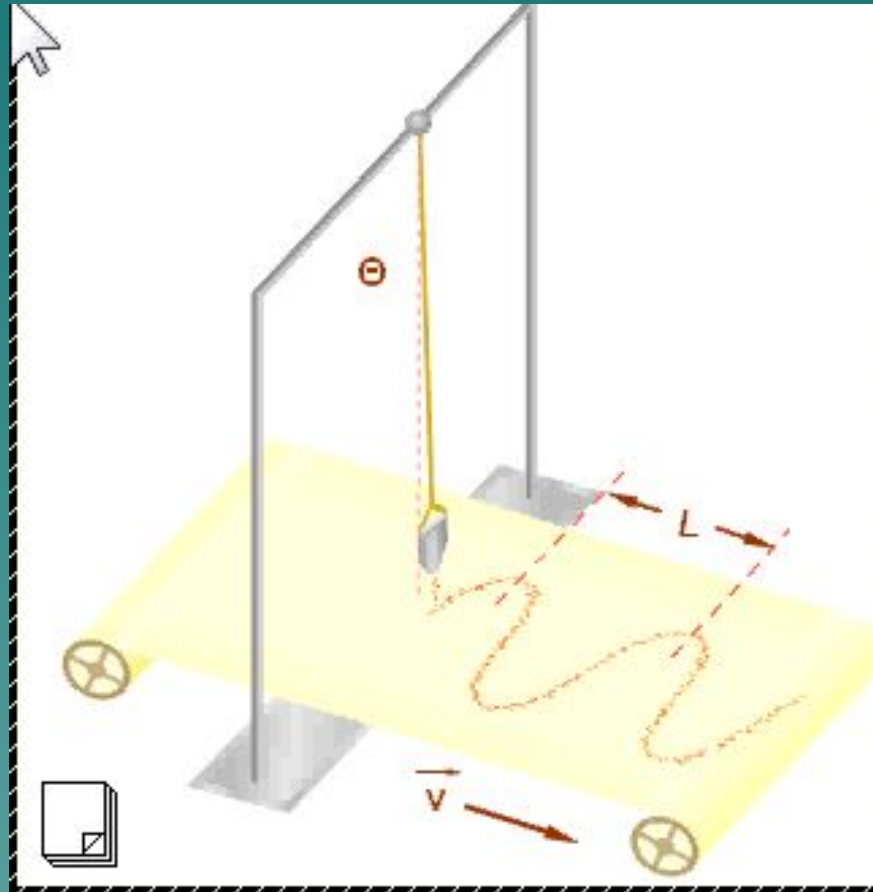
Под воронкой положим длинную доску. Толкнув воронку, заставим ее качаться влево - вправо. Будем равномерно вытягивать доску из под воронки.

Струйка песка образует на доске линию, в математике называемую синусоидой.



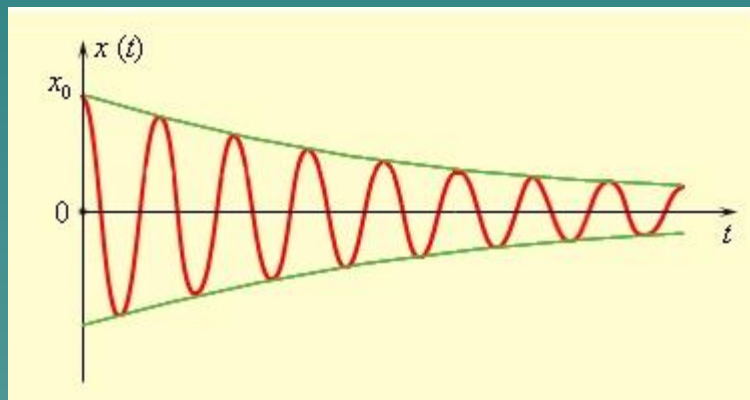
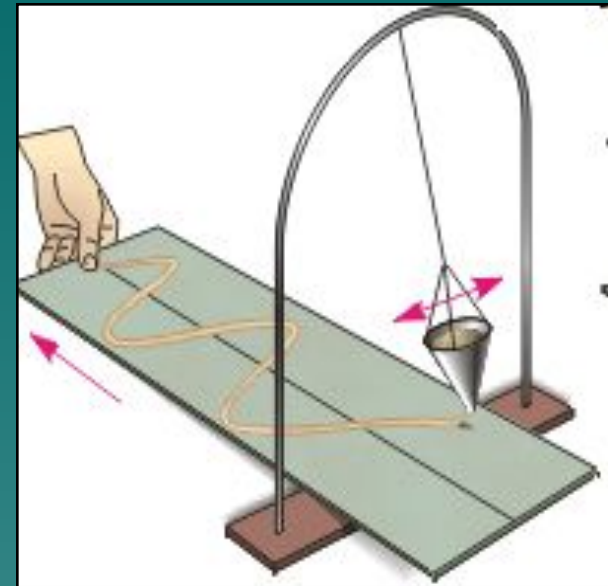
# График колебаний

Подумайте, будет ли оставаться постоянной амплитуда свободных колебаний?



В реальных колебательных системах свободные колебания являются **затухающими**, их амплитуда с течением времени уменьшается из-за трения.

(см. рисунок)



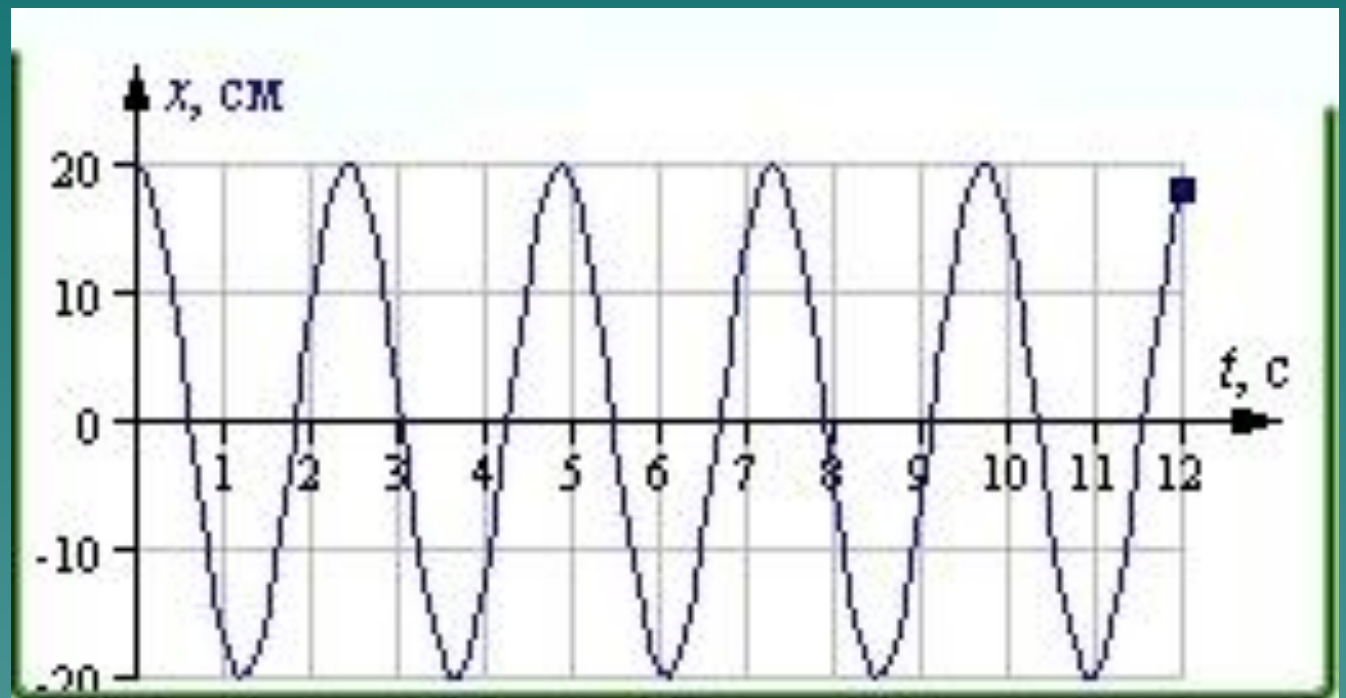
# ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

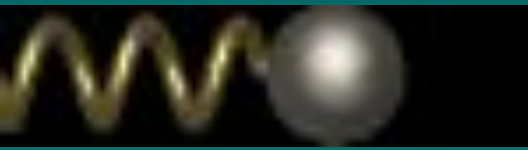
Если предположить, что в колебательной системе отсутствует трение, то колебания будут незатухающими. Их называют **гармоническими**. Смещение, скорость и ускорение колеблющейся точки при гармонических колебаниях меняются по закону синуса или косинуса. Графиком таких колебаний является косинусоида (синусоида).

**Уравнение гармонических колебаний:**

$$x = X_m \cos \omega t$$

$\omega \cdot t = \varphi$  - фаза колебаний





# Пружинный маятник

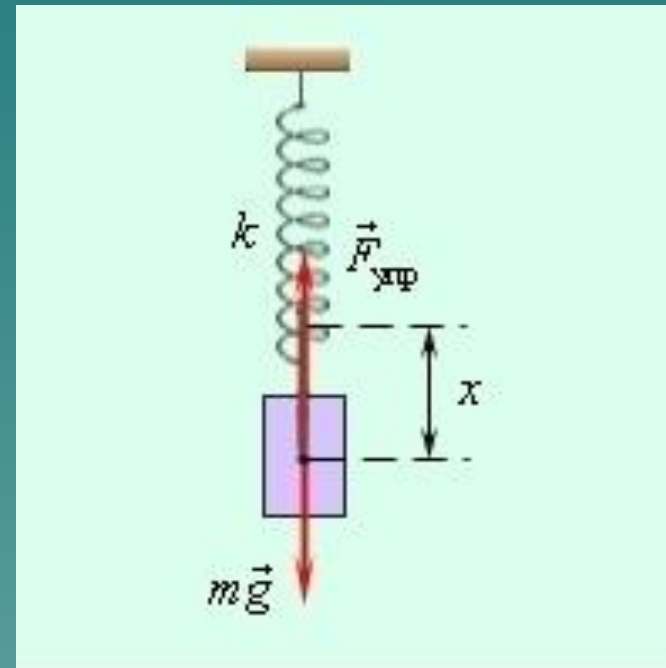
Модель: материальная точка массой  $m$ , совершающая колебания на невесомой пружине под действием упругой силы  $F_{\text{упр}} = -kx$ .  
 $k$  – жесткость пружины (коэффициент упругости).

Период собственных колебаний пружинного маятника :

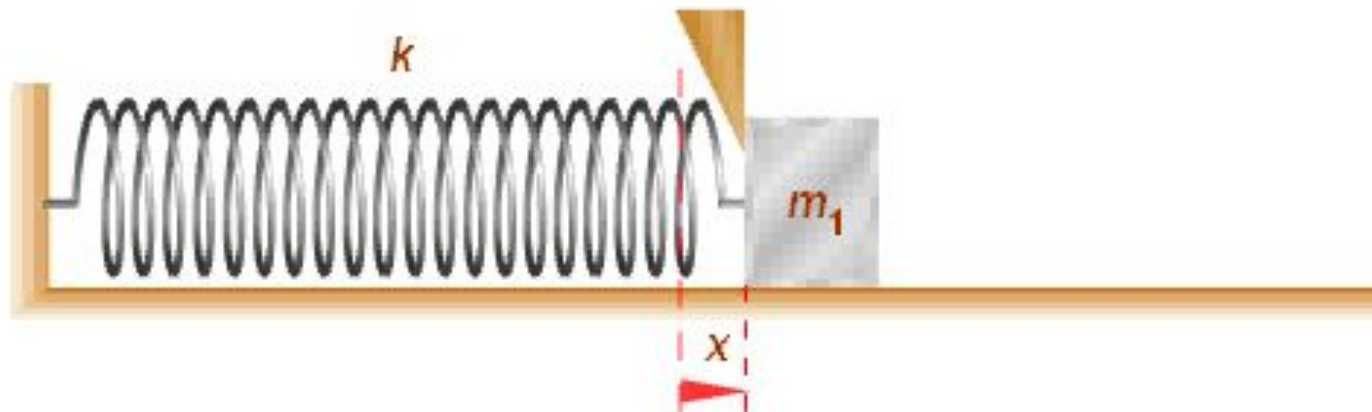
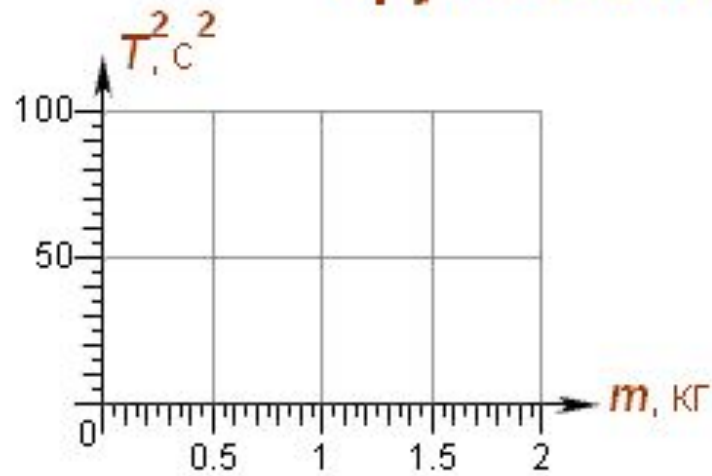
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Потенциальная и кинетическая энергии пружинного маятника:

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} \quad E_{\text{пот}} = \frac{kx^2}{2}$$



# Пружинный маятник





# Математический маятник

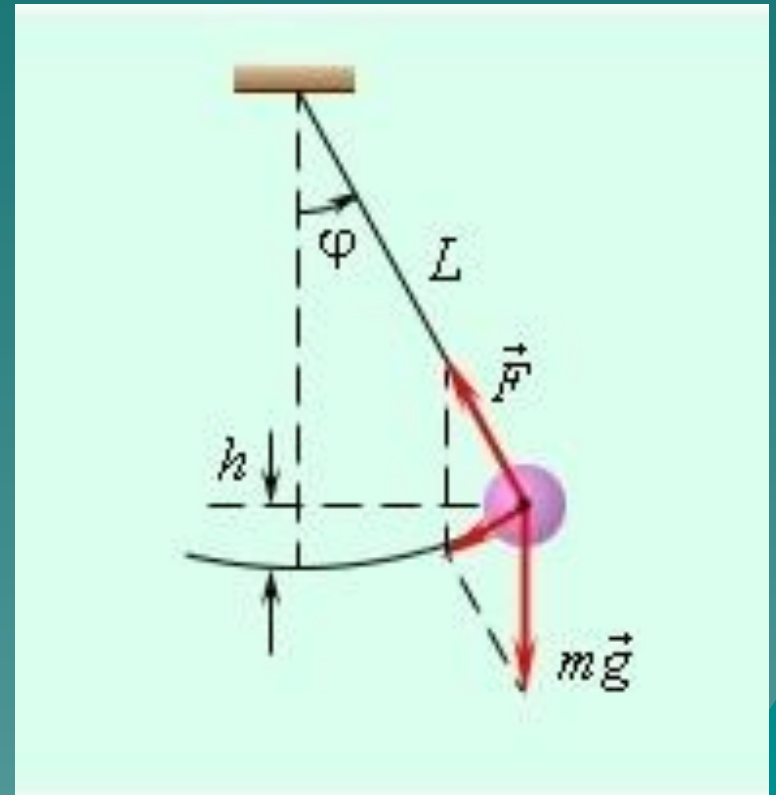
Модель: материальная точка, совершающая колебания на невесомой нерастяжимой нити

Период собственных колебаний маятника зависит от длины нити  $L$  и от ускорения свободного падения  $g$ , но не зависит от массы тела

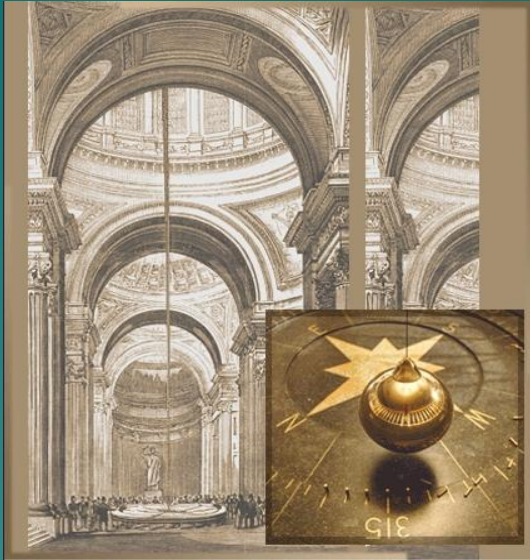
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

потенциальная и кинетическая энергии математического маятника:

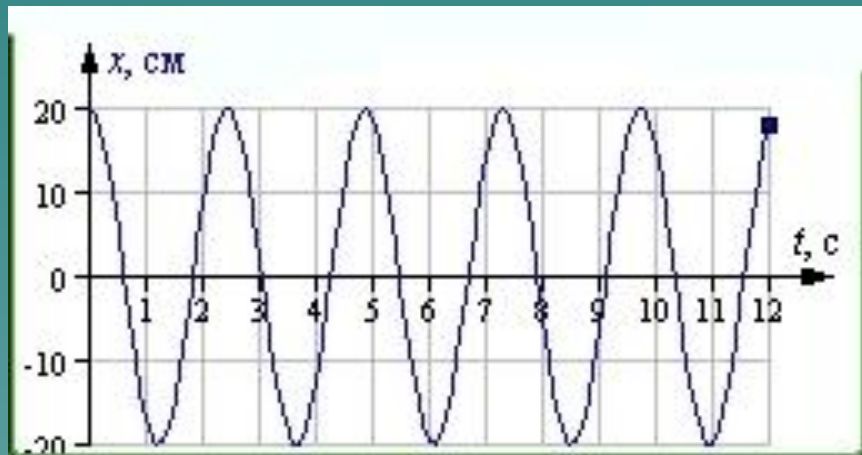
$$E_{\text{пот}} = mgh \quad E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$$



# Задания для самоконтроля:



1. Долгое время в Исаакиевском соборе находился один из маятников Фуко с длиной подвеса 98 метров, с помощью которого демонстрировалось вращение Земли вокруг оси. Определите период, частоту и циклическую частоту колебаний этого маятника.



2. По графику, приведенному на рисунке, определите амплитуду и период колебаний материальной точки (в СИ). Найдите частоту и циклическую частоту колебаний. Попробуйте записать уравнение  $X(t)$  для этих колебаний.