

Лекция 5. Механические колебания и волны

Колебания

- **Колебания** — это повторяющийся в той или иной степени во времени процесс изменения состояний системы около точки равновесия.
- **Механические колебания** – это движения, которые точно или приблизительно повторяются через определенные интервалы времени.

Классификация колебаний:

- По физической природе
- По характеру взаимодействия с окружающей средой

По физической природе:

1. Механические(Звук, вибрация)
2. Электромагнитные(свет, радиоволны)
3. Тепловые(испускание тепла)
4. Смешанного типа

По характеру взаимодействия с окружающей средой

1. **Вынужденные** — колебания, протекающие в системе под влиянием внешнего периодического воздействия. (листья на деревьях, поднятие и опускание руки.)
2. **Свободные (или собственные)** — это колебания в системе под действием внутренних сил после того, как система выведена из состояния равновесия (в реальных условиях свободные колебания всегда затухающие). (колебания груза, прикреплённого к пружине, или груза, подвешенного на нити)

3. **Автоколебания** — колебания, при которых система имеет запас потенциальной энергии, расходуемой на совершение колебаний (пример такой системы — механические часы).
4. **Параметрические** — колебания, возникающие при изменении какого-либо параметра колебательной системы в результате внешнего воздействия.
5. **Случайные** — колебания, при которых внешняя или параметрическая нагрузка является случайным процессом.

Условия возникновения колебаний

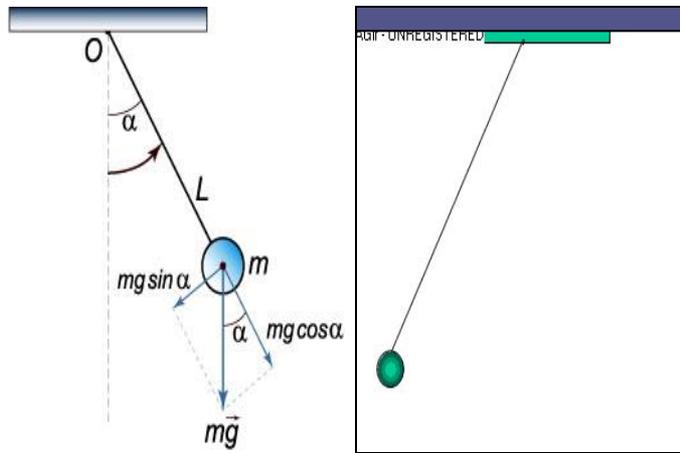
- Система должна находиться в устойчивом равновесии.
- Колеблющееся тело должно обладать достаточно большой инертностью.
- В системе должны быть достаточно малы силы сопротивления (трения).

Колебательная система

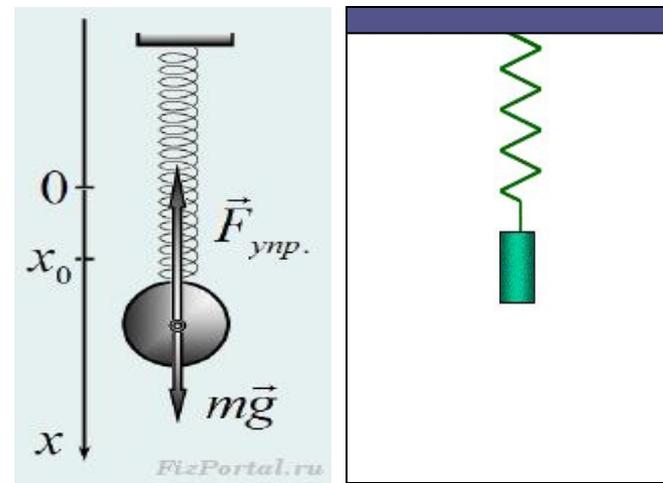
- **Колебательная система** – это система, в которой могут происходить свободные колебания. (Маятник).

Колебательная система

Математический
(нитяной) маятник



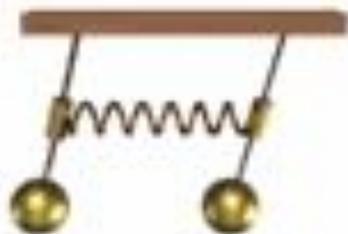
Пружинный
маятник



Характеристики колебаний

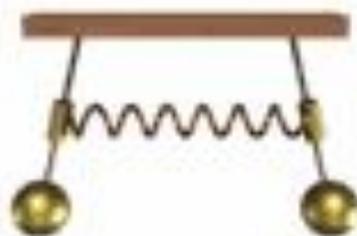
- **Амплитуда (A)** – наибольшее отклонение колеблющейся частицы от положения равновесия.
- **Период (T)** – время, за которое происходит одно полное колебание.
- **Фаза колебаний ($\Delta\varphi$)** - это величина, которая характеризует состояние колеблющегося тела в некоторый момент времени - его положение и направление движения (измеряется в радианах).

Фаза колебаний



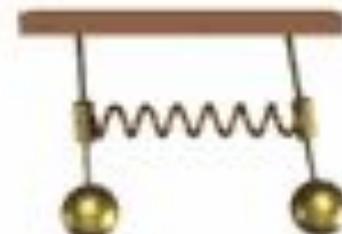
**Колебания
происходят в
одинаковых
фазах.**

$$\Delta\varphi = 0$$



**Колебания
происходят в
противоположных
фазах.**

$$\Delta\varphi = \pi$$



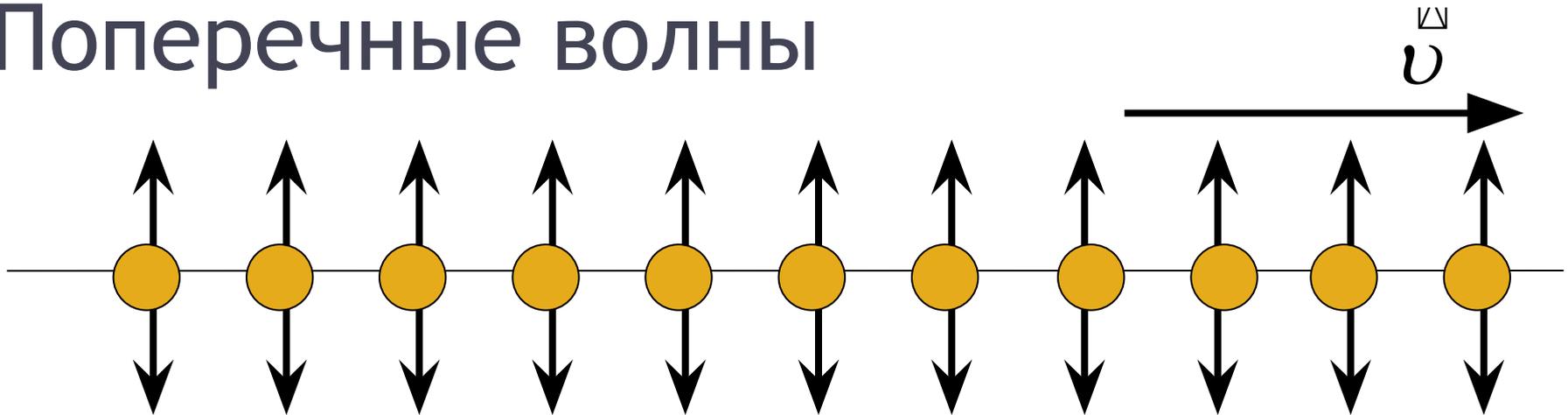
**Колебания
происходят в
различных
фазах.**

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$$

Волна

- **Волна** – колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени.
- **Механическая волна** – процесс распространения механических колебаний в среде с течением времени.
- **Источник механических волн** – колеблющееся тело.
- Волны переносят энергию (без переноса вещества).
- В пространстве со временем переносится форма волны.

Поперечные волны



- **Поперечная волна** – это волна, в которой колебания происходят перпендикулярно направлению распространения волны.
- Поперечные волны могут распространяться в твердых телах и на границе двух сред.

Продольные волны



- **Продольная волна** – это волна, в которой колебания происходят вдоль направления распространения волны.
- Продольные волны могут распространяться в газах, жидкостях и твердых телах.

Задачи

- 1. Подводная лодка всплыла на расстоянии $S=200$ м от берега, вызвала волны на поверхности воды. Волны дошли до берега за $t=40$ с, причем за следующие $\Delta t=30$ с было $N=60$ всплесков волн о берег. Каково расстояние между гребнями соседних волн λ ?
- 2. По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3 м.
- 3. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн $1,2$ м. Какова скорость распространения волн?