

1.1 Волновое движение и гармонические волны

🚩🚩 В материале могут быть опечатки и ошибки 🚩🚩

Новожинов Павел

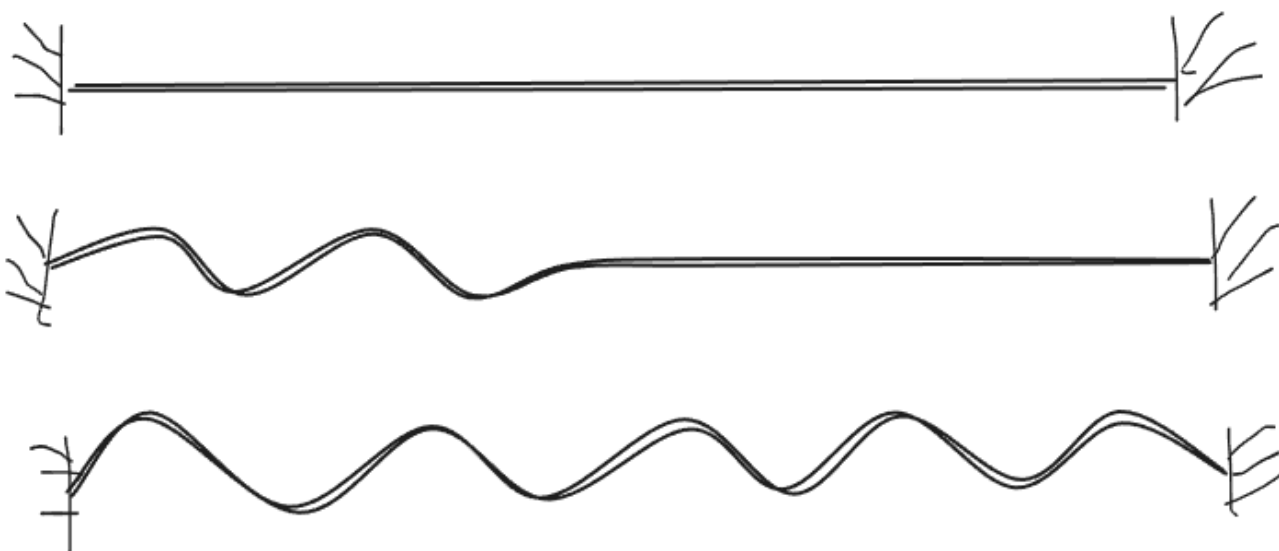
ЭН-26

Опр. Волнами называются возмущения распространяющиеся в этой среде и несущих с собой энергию.

"Перенос энергии происходит без переноса вещества."

Наиболее важными и часто встречающимися волнами являются упругий волны, в том числе звуковые, волны на поверхности воды, электро-маг волны.

Волны распространяющиеся в среде называются **продольными** если колебания частиц около своих положений равновесия происходят вдоль направления распространения волны и **поперечными**, если эти колебания происходят перпендикулярно направлению распространения волны.



Волновое уравнение для плоской волны распространяющейся вдоль оси x :

$$\xi(x, t) = f\left(t - \frac{x}{v}\right), v - \text{скорость распространения}$$

$$t = 0, x = 0 \rightarrow \xi(0, 0) = 0$$

$$t = t_1, x = vt_1 \rightarrow \xi(t_1, x_1) = f\left(t_1 - \frac{vt_1}{v}\right) = \xi(0, 0)$$

Опр. Волны, которые описываются функцией косинуса или синуса, называются **гармоническими**.

Функция любого вида может быть представлена в виде суперпозиции гармонических функций. Разобравшись с гармоническими волнами, разберемся со всеми остальными.

$$\xi(x, t) = a \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \alpha\right]$$

$$\omega = 2\pi\nu, \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$$

Опр. Длина волны λ - расстояние, на которое распространяется возмущение за один период.

$$\lambda = vT$$

$$\xi(x, t) = a \cos[\omega t - kx + \alpha]$$

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

Если среда забирает энергию у волны, амплитуда убывает по экспоненциальному закону:

$$\xi(x, t) = a_0 e^{-\gamma t} \cos[\omega t - kx + \alpha]$$

Опр. **Волновая поверхность** - геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе.

Опр. **Волновой фронт** - геометрическое место точек, до которого доходят колебания в определенный момент времени.

Уравнение плоской волны в пространстве:

$$\xi(\vec{M}, t) = a \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \alpha)$$

Волновой вектор k перпендикулярен волновой поверхности и указывает направление в котором фаза волны перемещается со скоростью v .

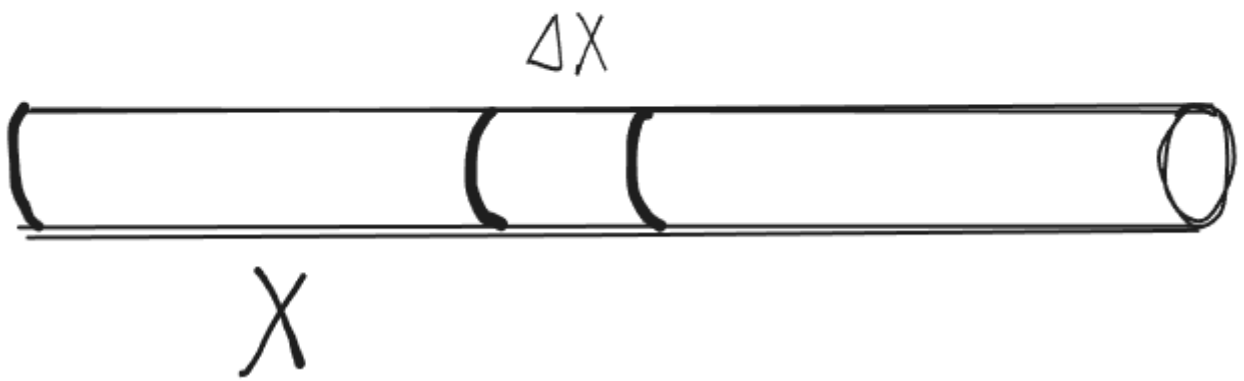
$$\vec{k} = k\vec{n}$$

Сферические волны

$$\xi(\vec{r}, t) = \frac{a}{r} \cos(\omega t - kr + \alpha)$$

На больших расстояниях и на небольшой площади сферические волны можно считать плоскими

1.3 Скорость упругих волн в тонком стержне



Рассмотрим распространение волн в тонком стержне. Функция ξ характеризует отклонение участка от положения равновесия.