

## Тема 5 УПРУГИЕ ВОЛНЫ

**5.1 Распространение волн в упругой среде**

**5.2 Уравнение плоской и сферической  
волны**

**5.3 Фазовая скорость**

**5.4 Принцип суперпозиции. Групповая  
скорость**

**5.5 Стоячие волны**

**5.6 Волновое уравнение**

**5.7 Эффект Доплера**

## 5.1 Распространение волн в упругой среде

Колеблющееся тело, помещенное в упругую среду, является источником колебаний, распространяющихся от него во все стороны.



Круговая волна на поверхности жидкости, возбуждаемая точечным источником



Генерация акустической волны громкоговорителем.

*Процесс распространения колебаний в пространстве называется волной*

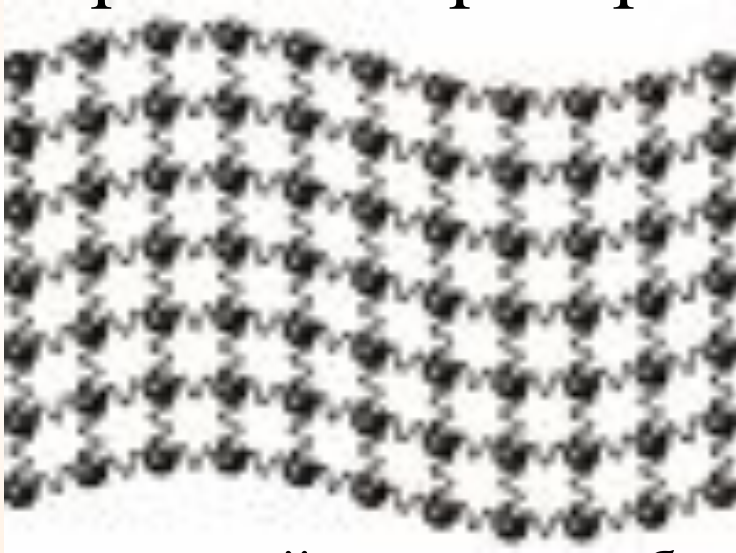
При распространении волны, частицы среды не движутся вместе с волной, а колеблются около своих положений равновесия.



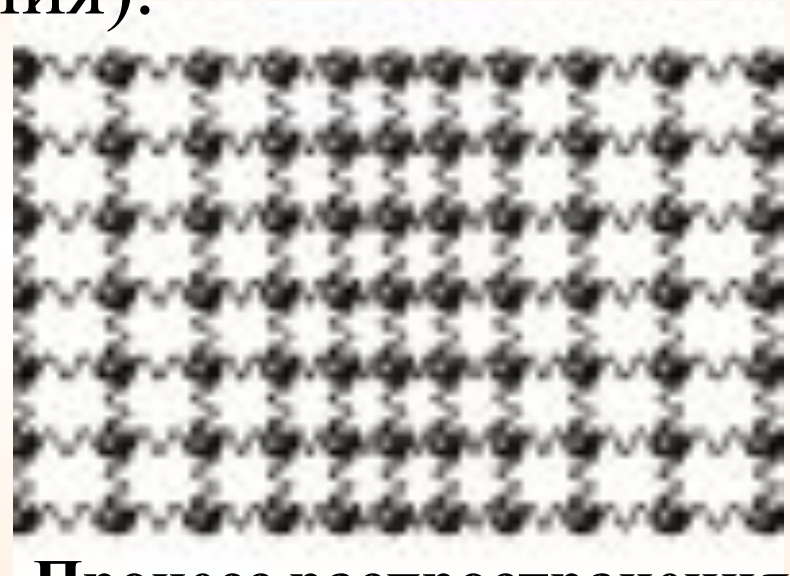
Вместе с волной от частицы к частице, передается лишь состояние колебательного движения и его энергия. Поэтому **основным свойством всех волн независимо от их природы является перенос энергии без переноса вещества.**

**Волны бывают поперечными** (колебания

происходят в плоскости, перпендикулярной направлению распространения), и **продольными** (сгущение и разряжение частиц среды происходят в направлении распространения).



**В поперечной волне колебания происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны**



**Процесс распространения продольной упругой волны**

Если взаимосвязь между частицами среды осуществляется **силами упругости**, возникающими вследствие **деформации среды** при передаче колебаний от одних частиц к другим, то волны называются **упругими** (звуковые, ультразвуковые, сейсмические и др. волны).

Упругие поперечные волны возникают в среде, обладающей сопротивлением сдвигу,

вследствие этого:

- **в жидкой и газообразной** средах возможно возникновение только **продольных** волн;
- **в твердой** среде возможно возникновение **как продольных, так и поперечных волн.**

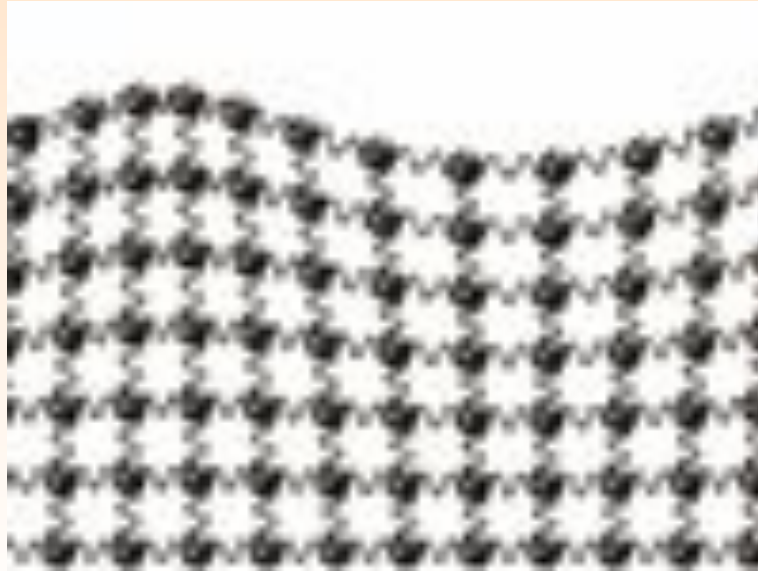


Наложение продольной и поперечной волн равной амплитуды, сдвинутых по фазе на  $\pi/2$ .

В результате каждая масса совершает круговые движения.



Волна на поверхности жидкости - суперпозиция  
продольного и поперечного движения молекул



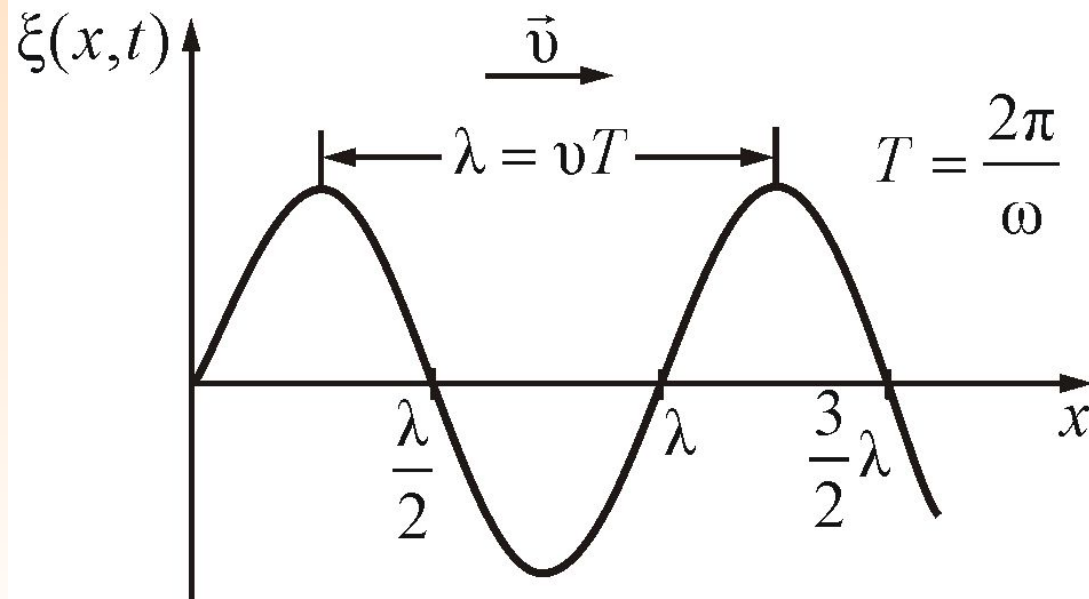
## Движение молекул в волне на поверхности жидкости

**У поверхностных волн** взаимосвязь между соседними молекулами при передаче колебаний осуществляется **не силами упругости, а силами поверхностного натяжения и тяжести**. В случае малой амплитуды волны каждая молекула движется по окружности, радиус которой **убывает с расстоянием от поверхности**. Нижние молекулы находятся в покое



Волновая функция

$$\xi = \xi(x, y, z, t)$$



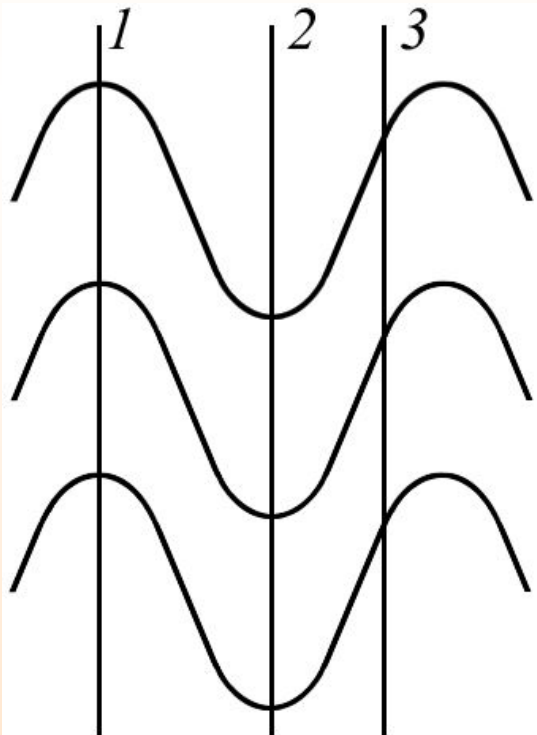
Расстояние между ближайшими частицами, колеблющимися в одинаковой фазе, называется **длиной волны  $\lambda$** :  $\lambda = vT$

$v$  – частота  $T = \frac{1}{v}$  – период

$v = \lambda \nu$  – скорость распространения волны :

В среде без дисперсии **скорость распространения волны есть фазовая скорость**, или **скорость распространения поверхности постоянной фазы**.

□ **Фронт волны** – геометрическое место точек, до которых доходит возмущение в момент времени  $t$ : это та поверхность, которая отделяет часть пространства, уже вовлеченную в волновой процесс, от области, в которой колебаний еще не возникли. (В однородной среде направление распространения перпендикулярно фронту волны )



□ **Волновая поверхность** – геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе.

□ Число волновых поверхностей – бесконечно.

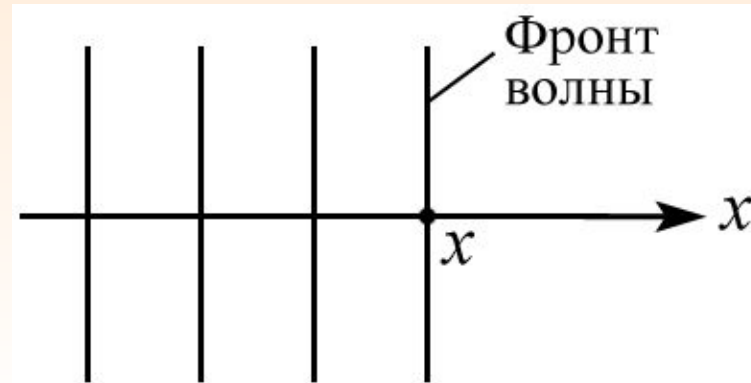
□ Фронт волны – один.

□ Волновые поверхности неподвижны,

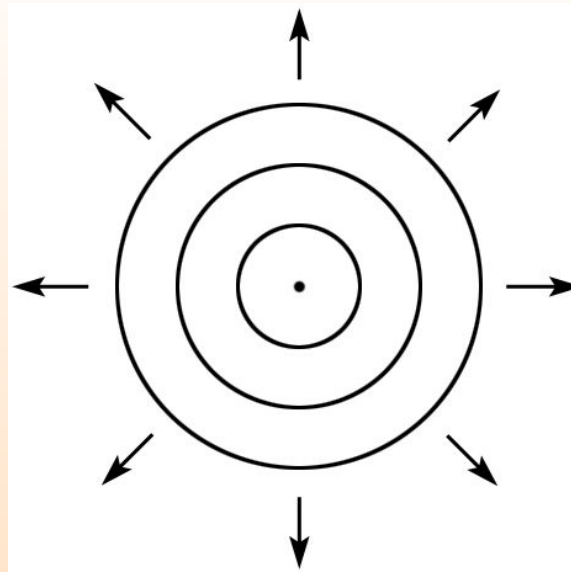
□ Фронт волны все время перемещается

В зависимости от формы волновой поверхности различают

- ***плоские волны***: волновые поверхности – параллельные плоскости:



- ***сферические волны***: волновые поверхности – концентрические сферы.



***Звуковые волны* (звук) — это упругие продольные волны, которые, действуя на слуховой аппарат человека, вызывают определенные (слуховые) ощущения.**

Человеческое ухо воспринимает в виде *звука* упругие колебания, частота которых находится в пределах от 16 до 20000 Гц. Такие колебания называются *акустическими*.

Акустика — раздел физики, в котором рассматриваются свойства звуковых волн, закономерности их возбуждения, распространения и действия на встречные препятствия.

Звуковые колебания с частотами, меньшими 16 Гц, называются *инфразвуками*, а с частотами, большими 20000 Гц, — *ультразвуками*. Любое тело (твердое, жидкое или газообразное), колеблющееся со звуковой частотой, создает в окружающей среде звуковую волну.

В вакууме звуковые волны распространяться не могут. Для доказательства этого электрический звонок нужно поместить под колокол воздушного насоса (рис. 15.9). По мере того как давление воздуха под колоколом уменьшается, звук ослабевает, пока не прекращается совсем, хотя колебания звонка происходят.

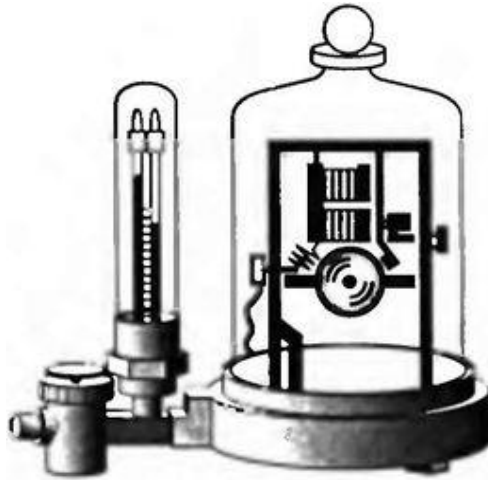


Рис. 15.9

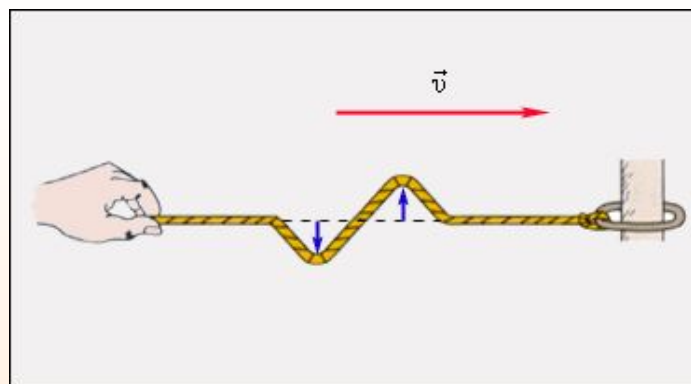
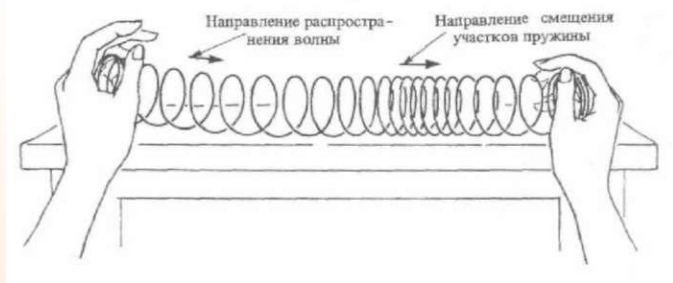
Плохо проводят звук такие материалы, как войлок, пористые панели, прессованная пробка и т.д. Эти материалы используют для звукоизоляции, т.е. для защиты помещений от проникновения в них посторонних звуков.

## *Волновые явления*

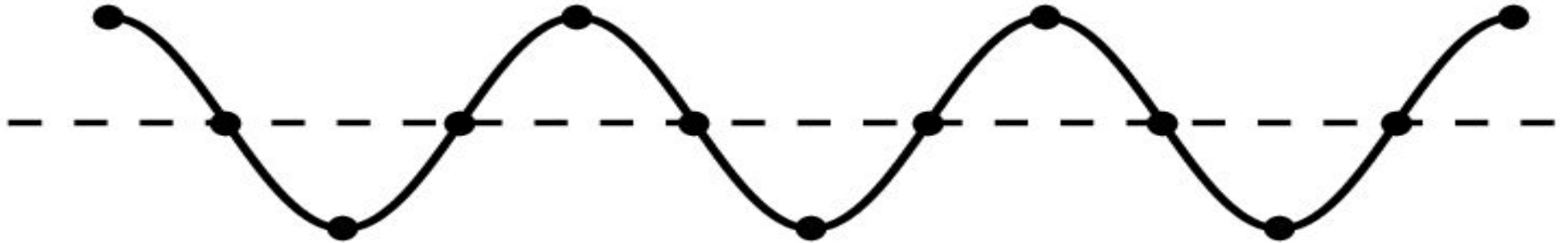
Волна-это колебания , распространяющиеся в пространстве с течением времени

Волны бывают :

- Поперечные
- Продольные



## -Поперечные волны



При распространении волны вдоль шнура колебания совершаются в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны

