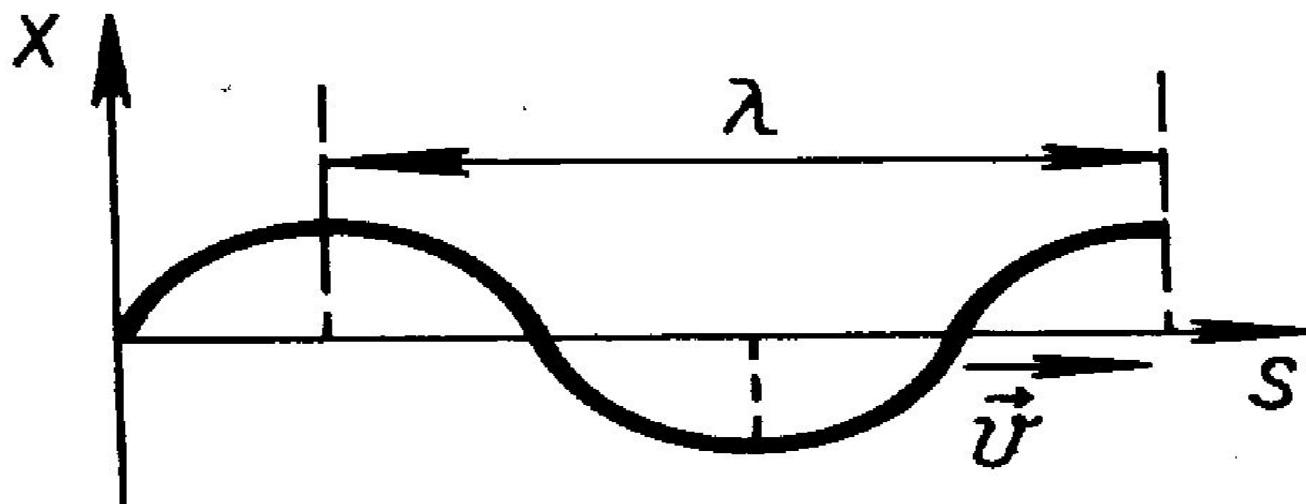


**Тема 1.5.  
Механические  
ВОЛНЫ**

**Волна** – это распространение колебаний в упругой среде, т.е. в жидкостях и твердых телах – упругие вещества, в газах – слабоупругие.



# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛН:

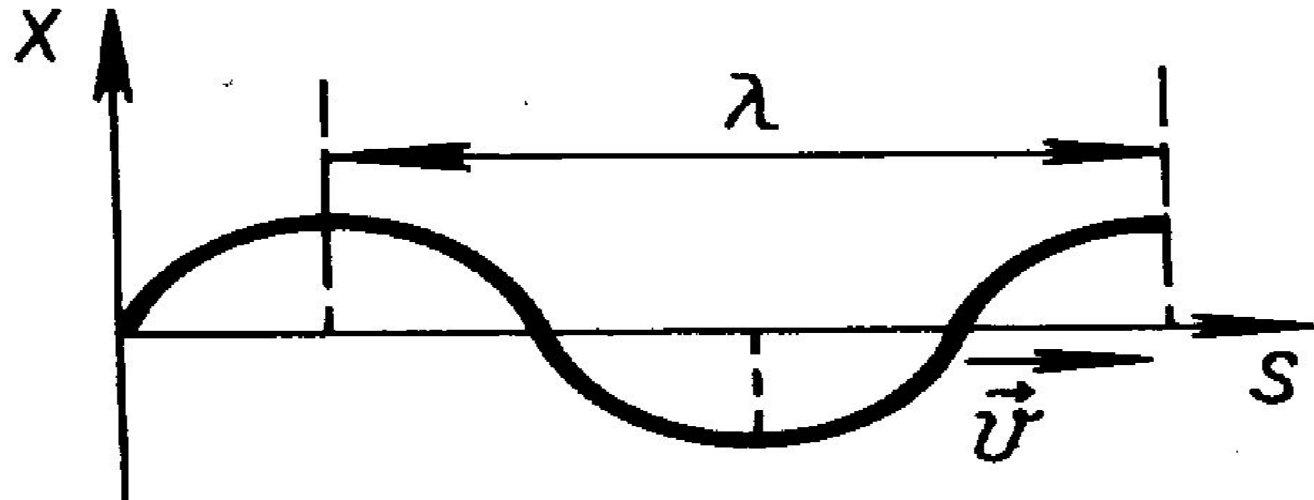
- $x, A, T, \nu, \omega, \phi_0, \phi$  - как у колебаний
- $\lambda$  - длина волны – путь волны за период.

$$[\lambda] = [m]$$

Скорость волны

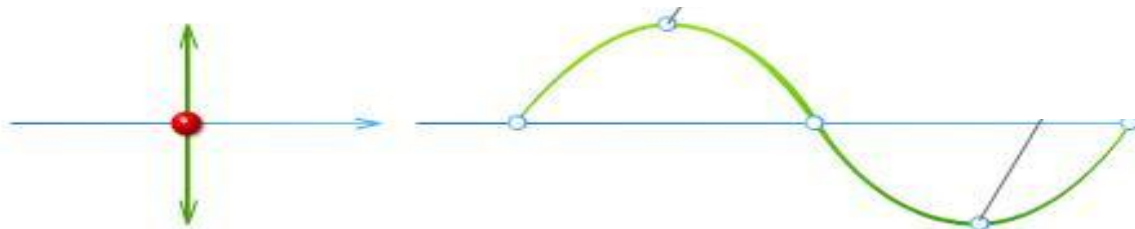
$$v = \lambda \nu$$

$$v = \lambda / T$$



## Поперечная –

колебания происходят  
перпендикулярно скорости  
движения



Распространяются в  
газах  
и жидкостях

**Пример:** волны на воде

## Продольная –

колебания происходят  
вдоль направления скорости  
движения



Распространяются в газах,  
жидкостях и твердых телах

**Пример:** звуковые волны

# Звуковые волны



**Звуковые волны** – волны, способные вызывать у человека слуховые ощущения с частотой в пределах от **16 Гц до 20000 Гц.**



# Характеристики



# 1. Скорость распространения звука в различных средах:

В газах	В жидкостях	В твёрдых телах
<i>Воздух</i> $v = 334 \text{ м/с}$	<i>Вода обычная</i> $v$ $= 1497 \text{ м/с}$	<i>Железо</i> $v = 5850 \text{ м/с}$
<i>Водяной пар</i> $v = 494 \text{ м/с}$	<i>Ртуть</i> $v = 1451 \text{ м/с}$	<i>Медь</i> $v = 4700 \text{ м/с}$

**Вывод:**

**чем плотнее вещество тем больше скорость звука**

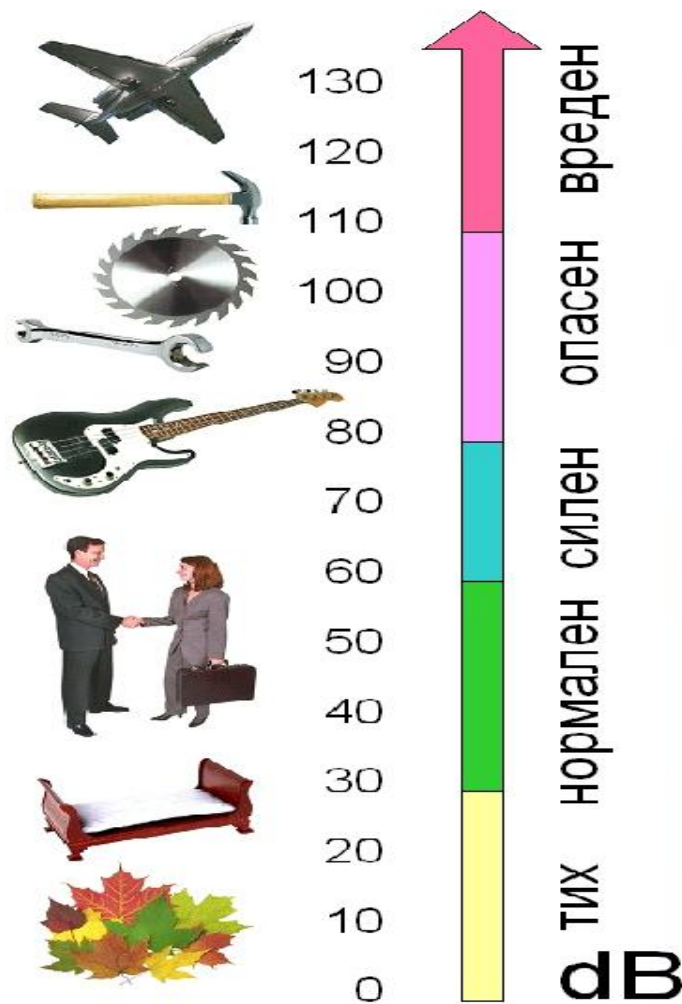


## 2. Громкость звука

*Громкость звука  
определяется его*

*амплитудой:*

*чем больше амплитуда, тем  
звук громче.*



За единицу громкости звука принят *1 Бел* (в честь Александра Грэхема Белла, изобретателя телефона).

На практике громкость измеряют *в децибелах (дБ)*.

$$1 \text{ дБ} = 0,1 \text{ Б.}$$

**10 дБ** – шепот;

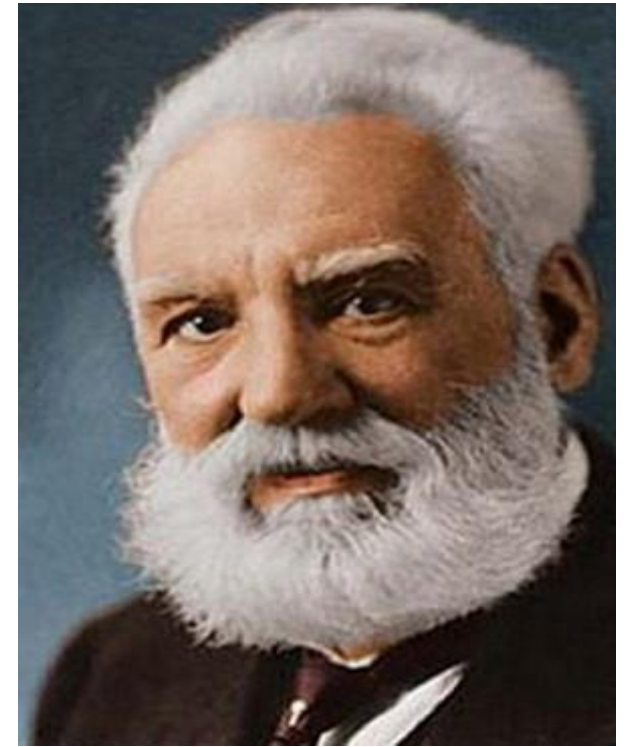
**20–30 дБ** – норма шума в жилых помещениях;

**50 дБ** – разговор средней громкости;

**80 дБ** – шум работающего двигателя

грузового автомобиля;

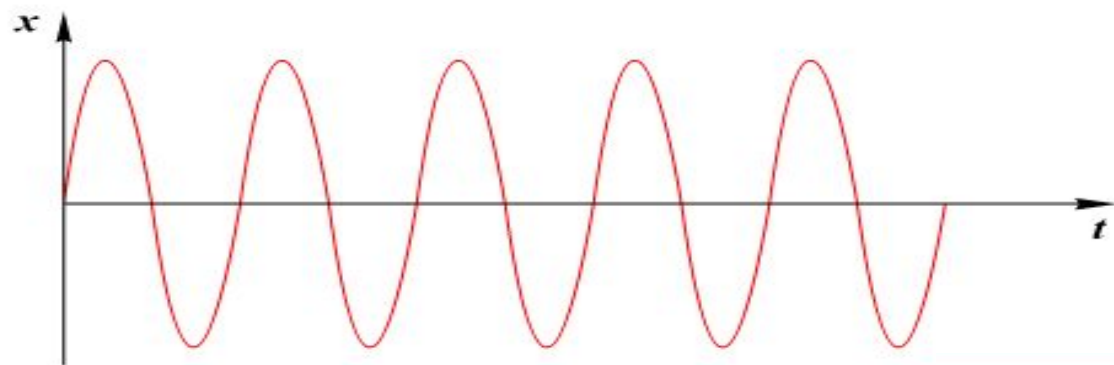
**130 дБ** – порог болевого ощущения.



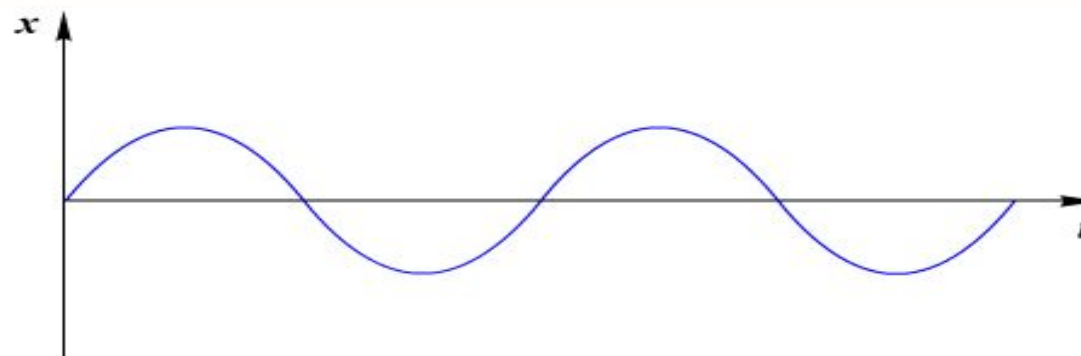
***Звук громкостью свыше 180 дБ может вызвать разрыв барабанной перепонки.***

### 3. Высота звука

Высота звука определяется его **частотой**:  
**чем больше частота колебаний, тем выше звук.**



Высокий звук



Низкий звук

**Звуки человеческого голоса по высоте делят на несколько диапазонов:**

**бас – 80–350 Гц,**

**баритон – 110–149 Гц,**

**тенор – 130–520 Гц,**

**дискант – 260–1000 Гц,**

**сопрано – 260–1050 Гц,**

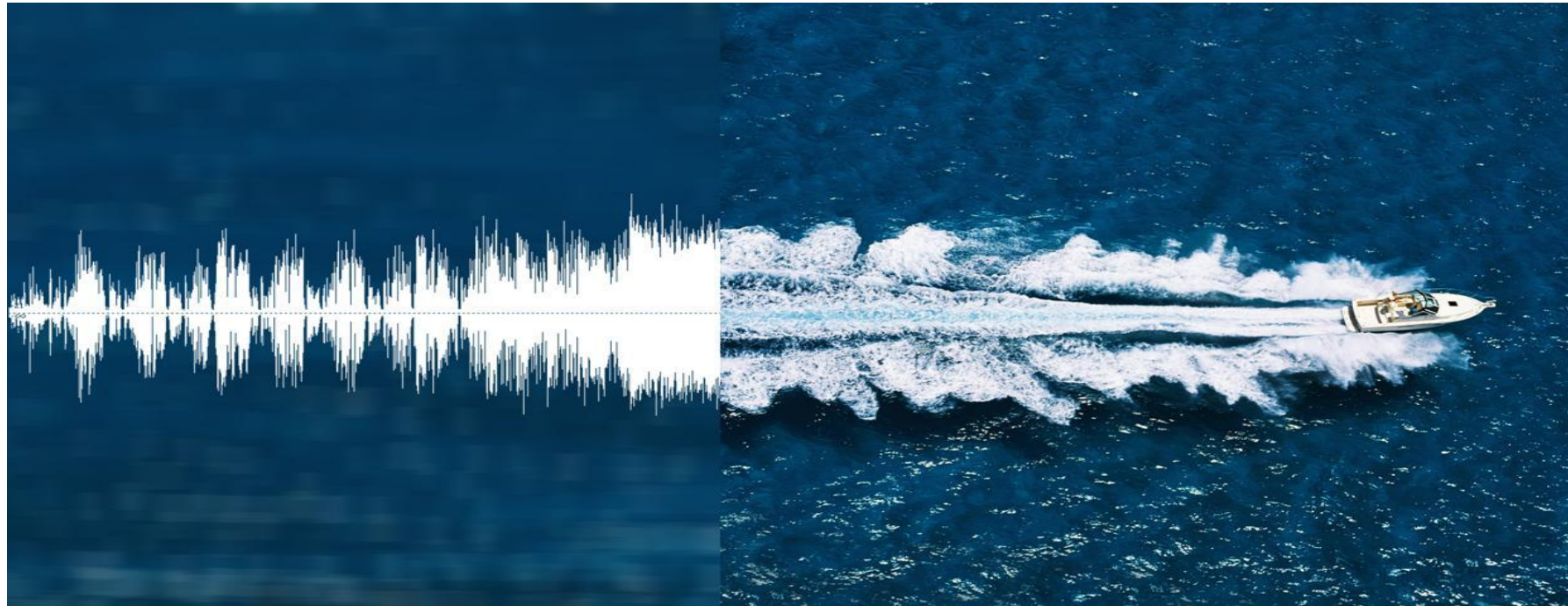
**колоратурное сопрано – до 1400 Гц.**



# Виды звуковых волн



• **Инфразвук** - частота менее 16 Гц, человек не воспринимает, хотя может ощущать его воздействие.



## **Инфразвук вызывает:**

- Потерю чувства равновесия;**
- Тошноту;**
- Непроизвольное вращение глазных яблок;**
- Перемещение внутренних органов (4-8 Гц);**
- Приступ морской болезни(12 Гц)**



# Источники инфразвука

## 1. Извержение вулканов;



## 2. Ветер, обтекающий гребни морских волн;





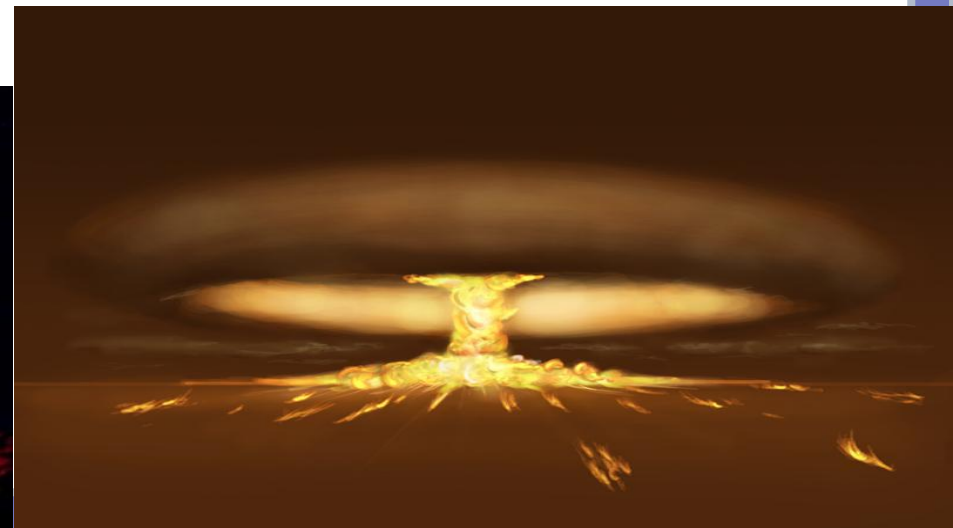
**3.Грозовые разряды;**



**4.Орудийные выстрелы;**



**5.Взрывы атомных бомб;**



**Инfrasound слышат некоторые животные.**

**Медузы воспринимают инфразвуковые волны с частотой 8-13 Гц и чувствуют приближение шторма за 15 часов.**





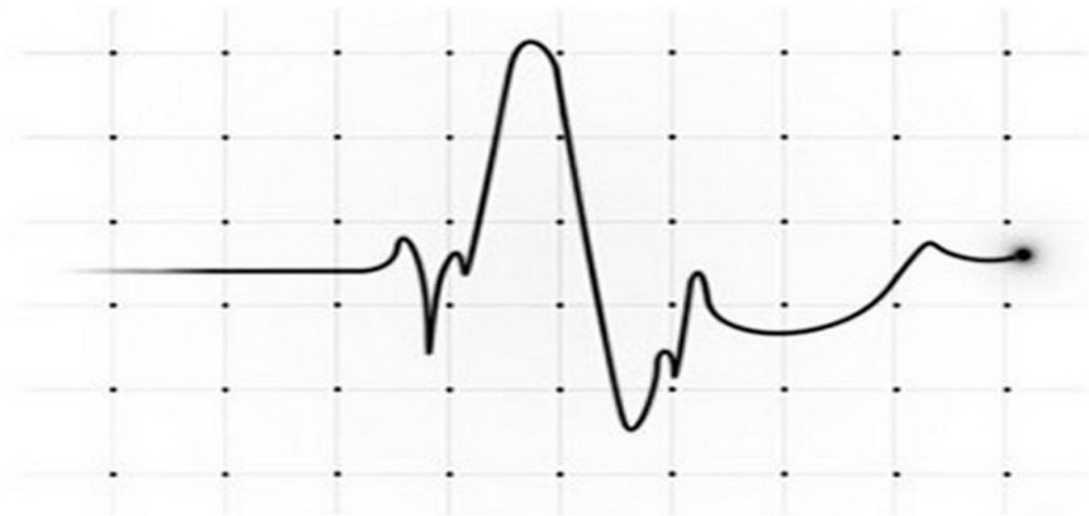
**Инфразвук практически не поглощается в веществе, поэтому он может распространяться на больших расстояниях.**

**Применение:**

- **Определение мест сильных взрывов;**
- **Определение положения стреляющего орудия;**
- **Контроль за подземными ядерными взрывами;**
- **Предсказывать цунами.**



• **Ультразвук** – частота более 20000 Гц



- **Ультразвук человек тоже не слышит, но его воспринимают некоторые животные.**



- **Летучие мыши- ничего не видят, но в темноте летают и ловят добычу, ориентируясь по ультразвуку.**





• Дельфины - благодаря ультразвуку ориентируются в мутной воде.





- Ультразвук с частотой более 25 кГц вызывает болевые ощущения у птиц.
- Это используется при отпугивании чаек от водоемов с питьевой водой и от траулеров с рыбой, птиц на аэродромах.







• Ночные бабочки и жуки слышат ультразвуковые волны, издаваемые мышами и успевают спрятаться от них.

**Зубчатые киты с помощью ультразвука охотятся на кальмаров.**





## Применение:

- **Эхолоты** - позволяют измерять глубину моря;
- **Гидролокаторы** - обнаруживают косяки рыб, подводные лодки противника.



# **Волновые явления**

1

## ДИФРАКЦИЯ

Явление огибания  
волной препятствия

УСЛОВИЕ

$\lambda > D,$   
 $D$  – размер  
препятствия





## ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

Явление сложения волн,  
в результате  
которого амплитуда  
полученной  
волны возрастает или убывает

## УСЛОВИЕ

**Волны должны быть когерентны:**

$$1. \nu_1 = \nu_2$$

$$2. \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$$



# 3. Эхо

Явление отражения звуковой  
волны от препятствия

**Условие:**

звук падает на препятствие под  
углом  $90^0$

# 4.Резонанс

Явление резкого возрастания  
амплитуды

**Условие:**

совпадение частоты внешних и  
собственных колебаний