

**Механические  
колебания и волны.  
Акустика.**

*Колебательным движением*  
называется такое, при  
котором значения  
физических величин,  
характеризующих это  
движение, повторяются во  
времени.



# Виды колебаний:

- Если величины, характеризующие колебания, повторяются через равные промежутки времени, то колебание называется *периодическим*.
- *Гармонические колебания* – это движение, в котором ускорение направленно к положению равновесия и пропорционально отклонению тела от этого положения.

# Гармонические колебания

- ✓ свободные (затухающие и незатухающие)
- ✓ вынужденные
- ✓ автоколебания

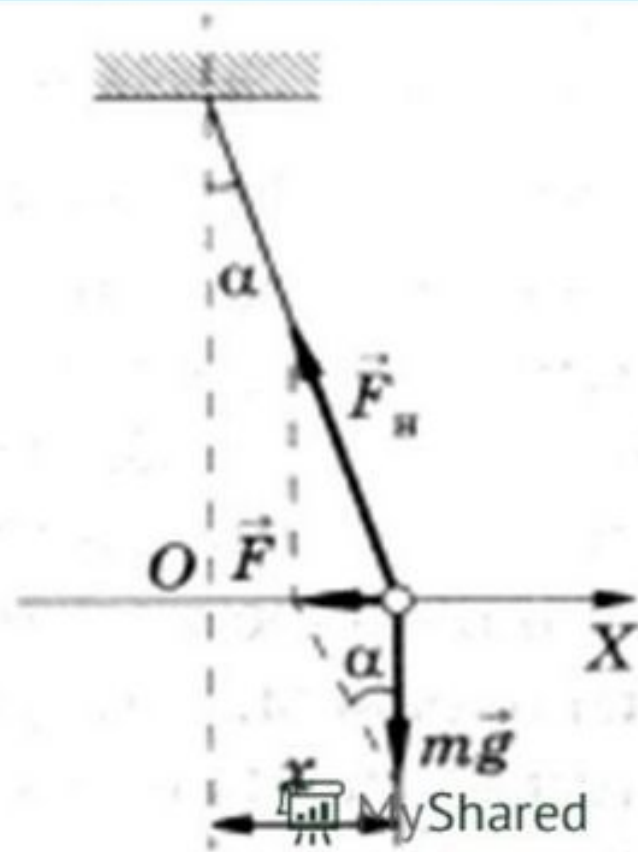
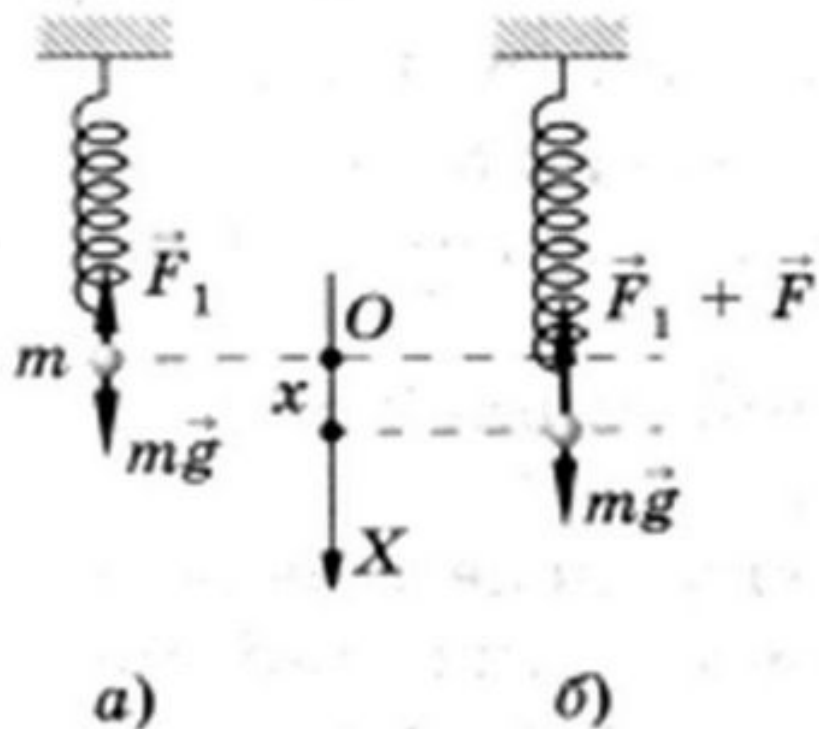


*Свободными колебаниями*  
называют такие колебания,  
которые совершаются без  
внешних воздействий за  
счет первоначально  
полученной телом энергии.

# Свободные колебания

Пружинный маятник

Математический маятник





**Движение маятника при  
небольших амплитудах колебания  
является гармоническим при  
следующих условиях:**

- 1. Наличие положения равновесия**
- 2. Наличие силы, направленной к  
положению равновесия и  
пропорциональной отклонению тела от  
этого положения**
- 3. Наличие инерции колеблющегося тела**



**Основной величиной,  
характеризующей колебание,  
является смещение, т.е.**

**расстояние колеблющегося тела от  
положения равновесия в любой  
заданный момент времени.**

**Важнейшим признаком простого  
колебания является *изменение  
смещения во времени по закону  
синуса или косинуса.***



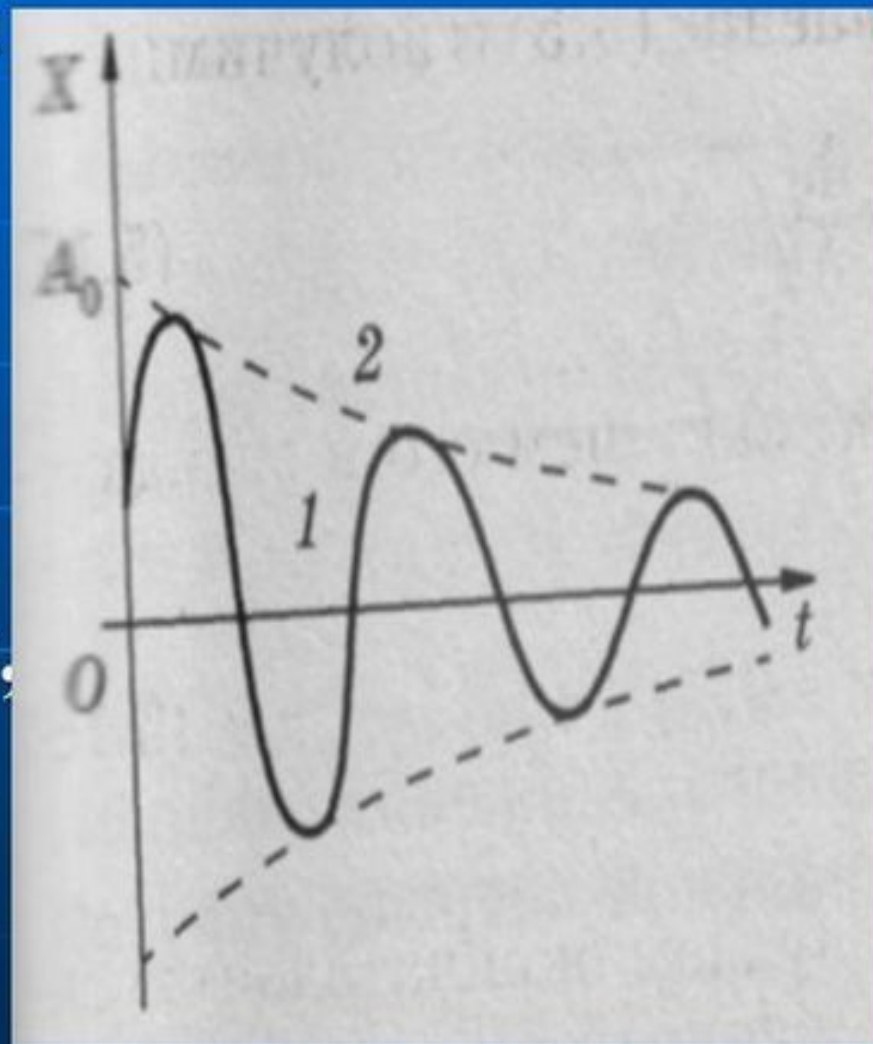
# Уравнение незатухающих колебаний

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

- $A$  – амплитуда
- $\omega_0$  – круговая частота колебаний
- $\varphi_0$  – начальная фаза
- $\omega_0 t + \varphi_0$  – фаза колебаний

# Затухающие колебания

- В реальном случае на колеблющееся тело действуют силы сопротивления (трения), характер движения изменяется, и колебание становится затухающим.





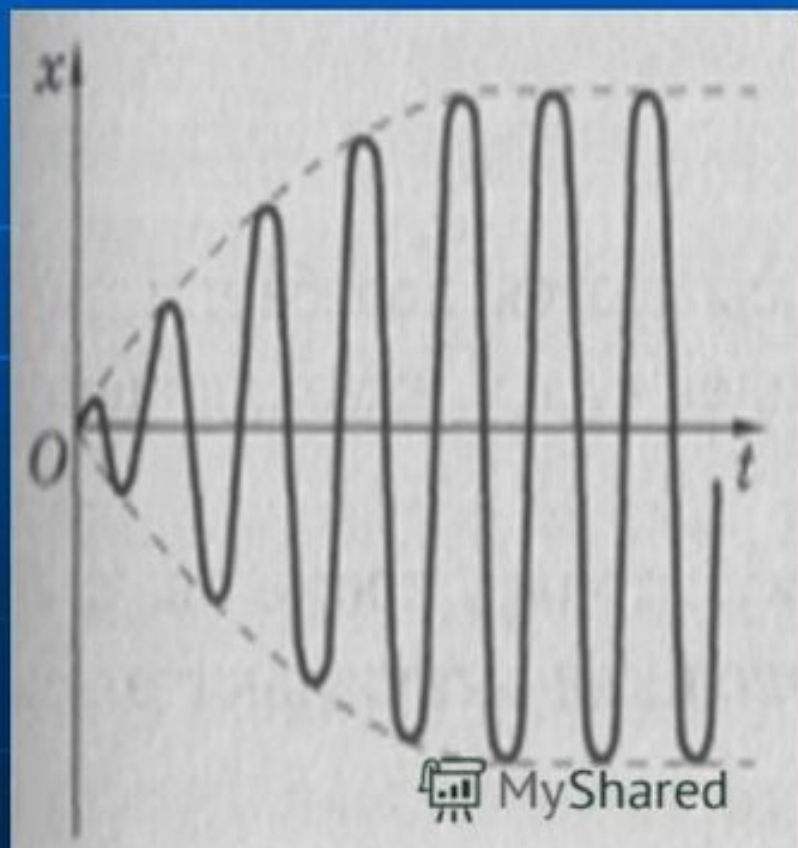
# Уравнение затухающих колебаний

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

- $A$  – амплитуда
- $\omega_0$  – круговая частота собственных колебаний
- $\varphi_0$  – начальная фаза
- $\omega_0 t + \varphi_0$  – фаза колебаний
- $\beta$  – коэффициент затухания

**Вынужденными колебаниями называются колебания тела, вызванные и поддерживаемые внешней силой (вынуждающей), периодически изменяющейся по величине и направлению.**

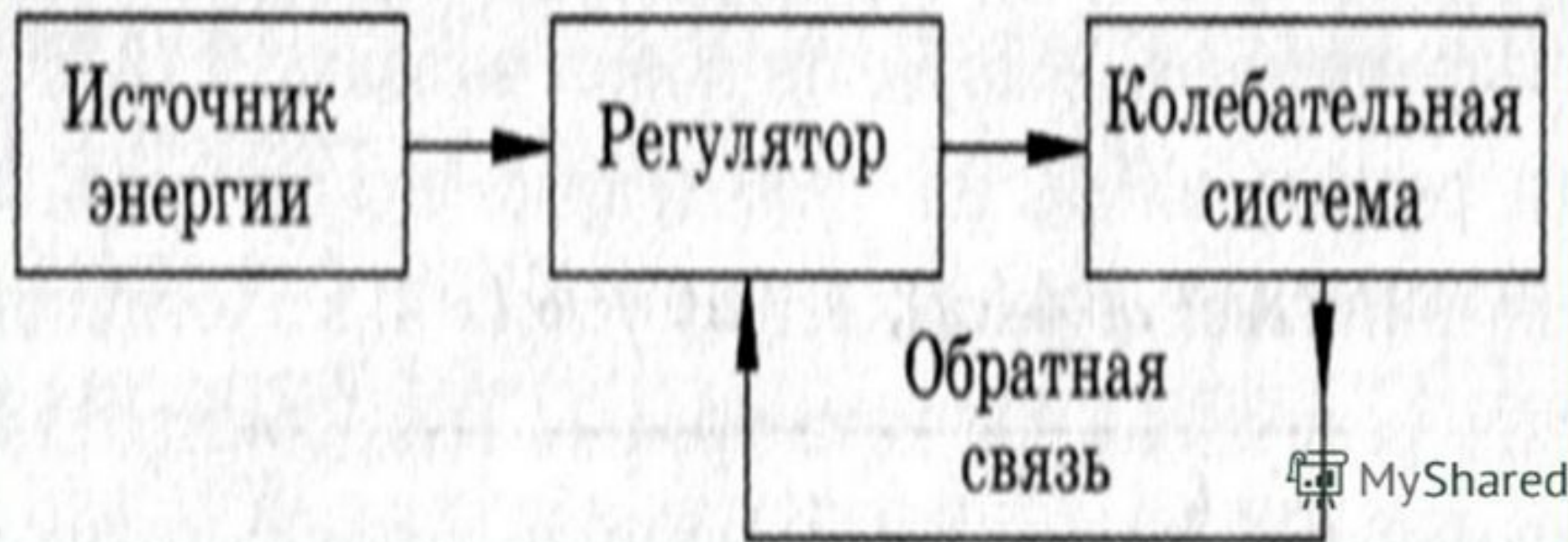
- **Амплитуда вынужденного колебания прямо пропорциональна амплитуде вынуждающей силы и имеет сложную зависимость от коэффициента затухания среды и круговых частот собственного и вынужденного колебаний.**





**Увеличение амплитуды колебаний тела при совпадении его собственной частоты с частотой внешней периодической силы называется *резонансом*.**

**Незатухающие колебания, существующие в какой-либо системе с затуханием при отсутствии переменного внешнего воздействия, называются автоколебаниями, а сами системы – автоколебательными.**





# Периодические механические процессы в организме (автоколебания)

- Дыхательные движения грудной клетки
- Сокращение и расслабление мышцы сердца
- Пульсовое колебание стенок артерий

*Механической волной*  
называют механические  
возмущения,  
распространяющиеся в  
пространстве и несущие  
энергию.



# **Механические волны делятся на 2 вида:**

- 1. Упругие волны, возникающие благодаря связям, существующим между частицами среды**
- 2. Волны на поверхности жидкости**

# Звук.

- **Колебания частиц в упругих средах, распространяющиеся в форме продольных волн, частота которых лежит в пределах, воспринимаемых человеческим ухом, в среднем от 16 до 20000 Гц, называются звуковыми колебаниями или просто звуком.**



# ИСТОЧНИК ЗВУКА - КОЛЕБЛЮЩЕЕСЯ ТЕЛО.

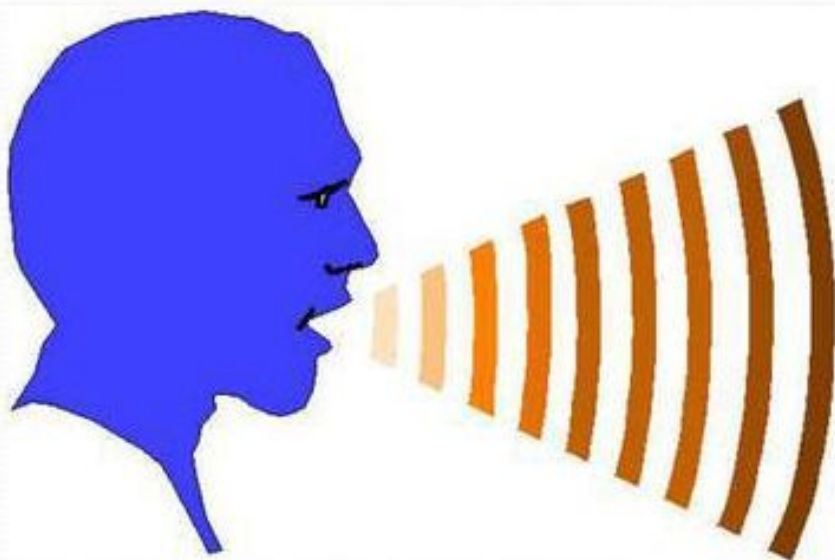


Камертон был изобретен в 1711 г. английским музыкантом Дж. Шором для настройки музыкальных инструментов.

# ИСТОЧНИКИ ЗВУКА ДЕЛЯТСЯ НА:

-Естественные (голос, шелест листьев, шум прибоя)

- Искусственные (камертон, струна, колокол, мембрана)





# Виды звука:

1. Тон – звук, являющийся периодическим процессом.
2. Шум – звук, отличающийся сложной неповторяющейся временной зависимостью.
3. Звуковой удар – это кратковременное звуковое воздействие: хлопок, взрыв.

# Объективные характеристики звука

- Частота
- Амплитуда колебаний
- Форма колебаний
- Гармонический спектр
- Интенсивность звука
- Звуковое давление



# Субъективные характеристики звука

- **Высота – определяется высотой основного тона**
- **Тембр – определяется спектральным составом**
- **Громкость – характеризует уровень слухового ощущения**

# **Звуковые методы исследования в клинике**

## **1. Объективные методы:**

- **Аудиометрия**
- **Фонокардиография**

## **2. Субъективные методы:**

- **Аускультация**
- **Перкуссия**



# Физические основы звуковых методов исследования в клинике

- **Аудиометрия – метод измерения остроты слуха (абсолютных порогов слухового ощущения) на разных частотах при помощи аудиометра.**

**Абсолютный порог слухового ощущения – минимальная интенсивность звука, вызывающая слуховые ощущения.**

$$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$$



# **Физические основы звуковых методов исследования в клинике**

- **Фонокардиография – графический метод регистрации тонов и шумов сердца с их последующей диагностической интерпретацией.**
- **Запись фонокардиограммы производится при помощи фонокардиографа.**



# Физические основы звуковых методов исследования в клинике

- **Аускультация – звуковой метод диагностики, основанный на выслушивании различных звуков при помощи фонедоскопа.**
- **Фонедоскоп состоит из поллой капсулы, с передающей звук мембраной, прикладываемой к телу пациента, от нее идут резиновые трубки к уху врача.**



# Физические основы звуковых методов исследования в клинике

- Перкуссия – метод исследования внутренних органов посредством постукивания по поверхности тела и анализа возникающих при этом звуков. Простукивание производится с помощью специального молоточка с резиновой головкой и пластинки из упругого материала, называемой плессиметром, которую при ударе накладывают на поверхность тела. Пользуются просто простукиванием кончиком согнутого среднего пальца правой руки по 2 фаланге среднего пальца левой руки, наложенного на тело больного.



**Ультразвук**-продольные волны с частотой  
превышающей 20 000Гц.



# Применение ультразвука.



С помощью гидролокаторов установленных на кораблях измеряют глубину моря, обнаруживают косяки рыб, встречный айсберг или подводную лодку.



В медицине при помощи ультразвука осуществляют сварку костей, обнаруживают опухоли, осуществляют диагностику заболеваний...



Биологическое действие ультразвука позволяет использовать его для стерилизации молока, лекарственных веществ, а также медицинских инструментов.

# Совершенные ультразвуковые детекторы имеют летучие мыши и дельфины.



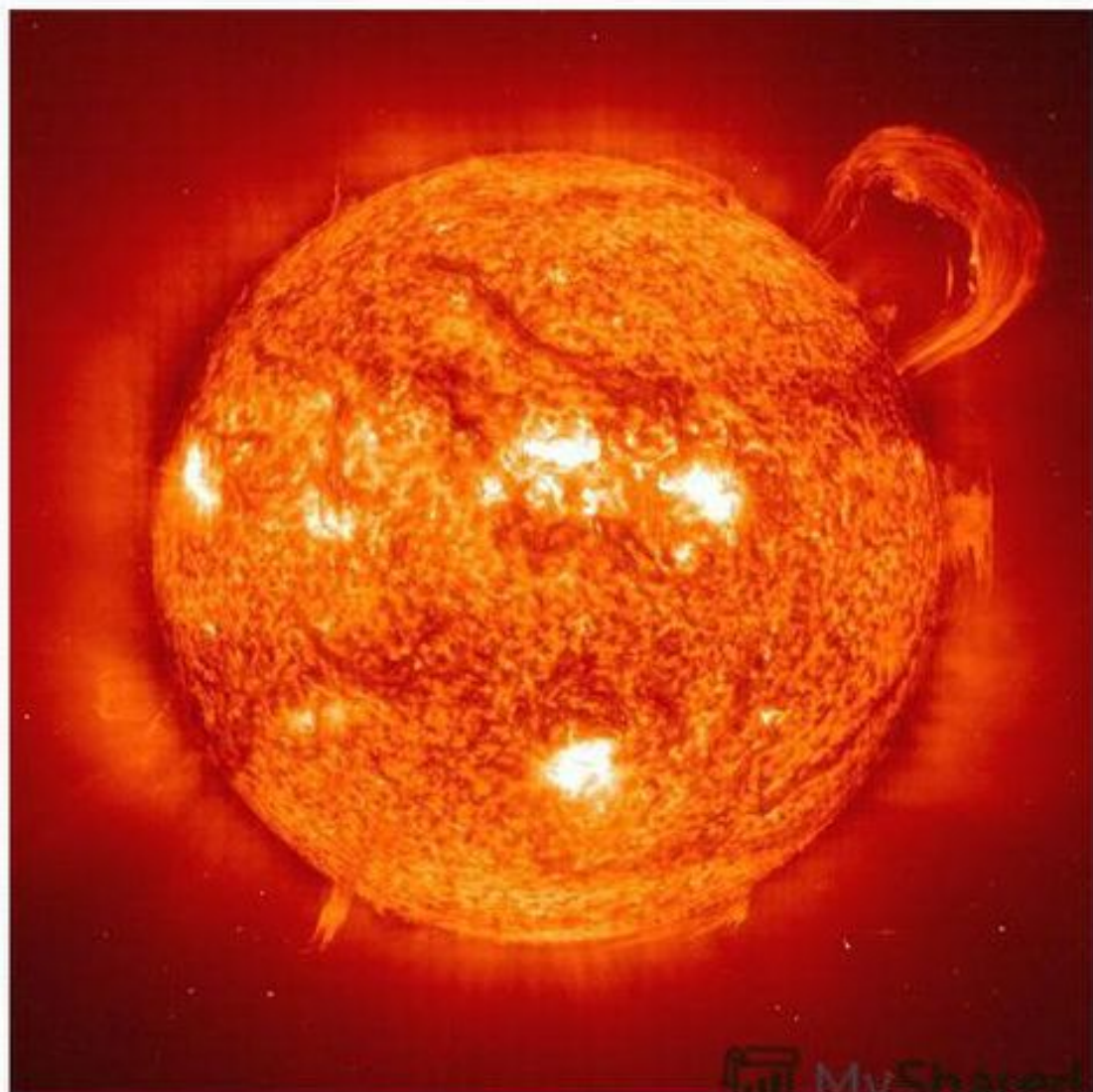


**Инфразвук**-продольные волны с частотой колебаний ниже 16Гц.



# Применение инфразвука.

**С помощью инфразвука определяют места сильных взрывов, осуществляют контроль за подземными ядерными взрывами.**





# **Негативная сторона изучаемого явления:**

**Облучение людей достаточно интенсивным инфразвуком может вызвать потерю чувства равновесия, тошноту.**

**При частоте 4-8Гц человек ощущает перемещение внутренних органов, на частоте 12Гц приступ морской болезни.**

