

# **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 направлено к положению равновесия и пропорционально отклонению тела от этого положения.



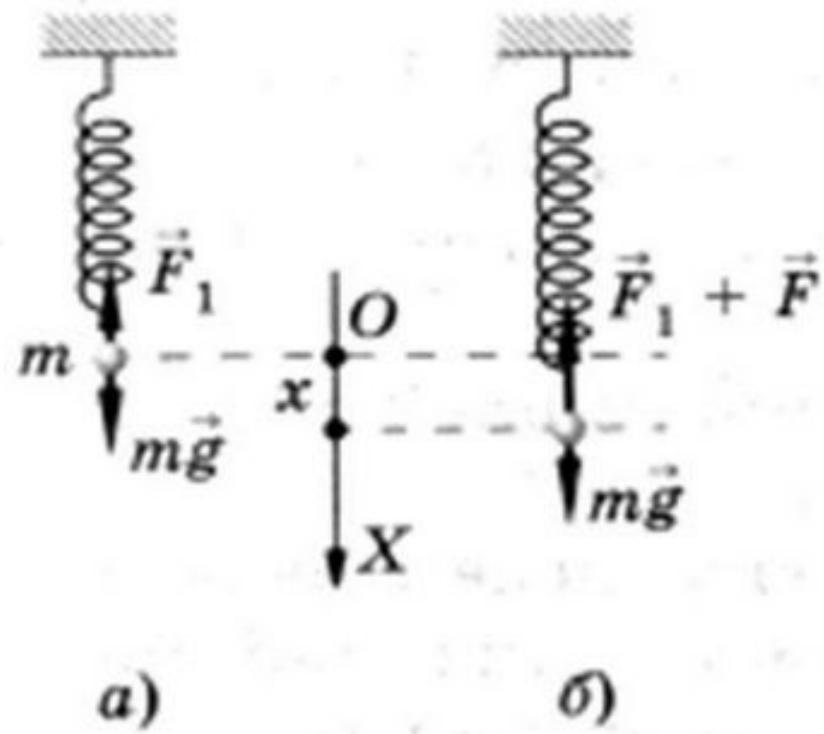
# Гармонические колебания

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

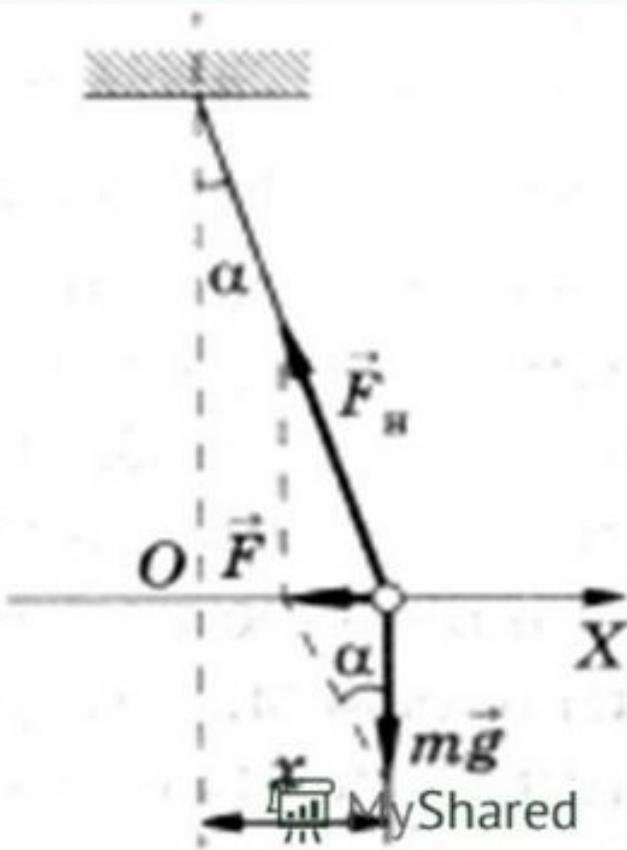
*Свободными колебаниями называют такие колебания, которые совершаются без внешних воздействий за счет первоначально полученной телом энергии.*

# 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

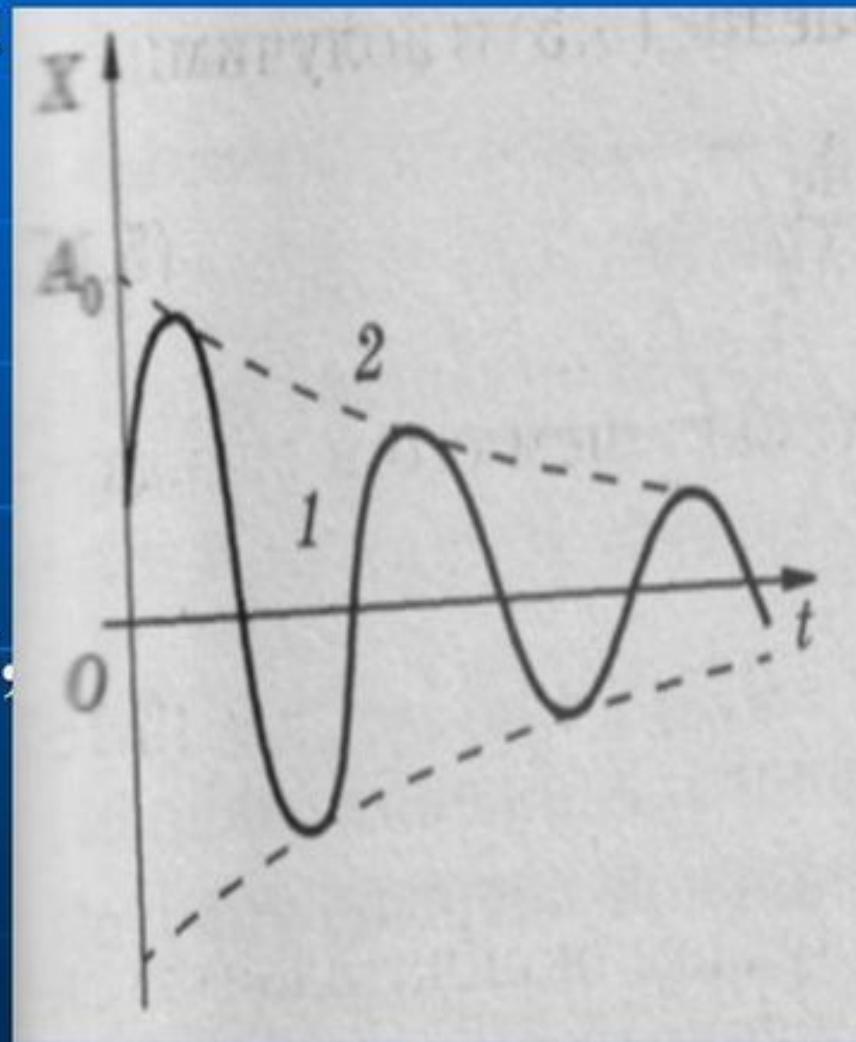
$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

- А – 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

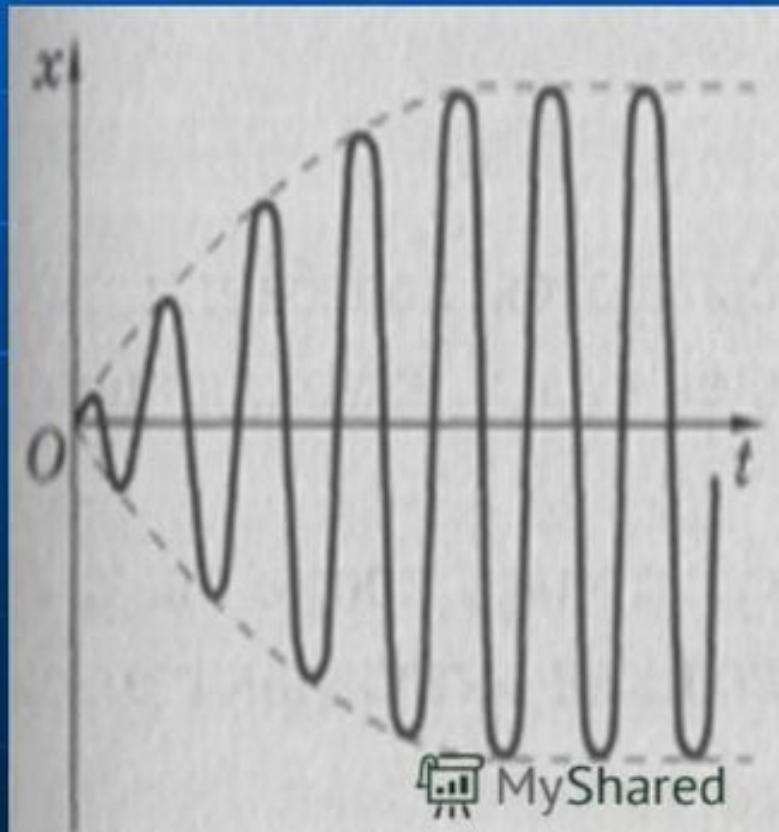
$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

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



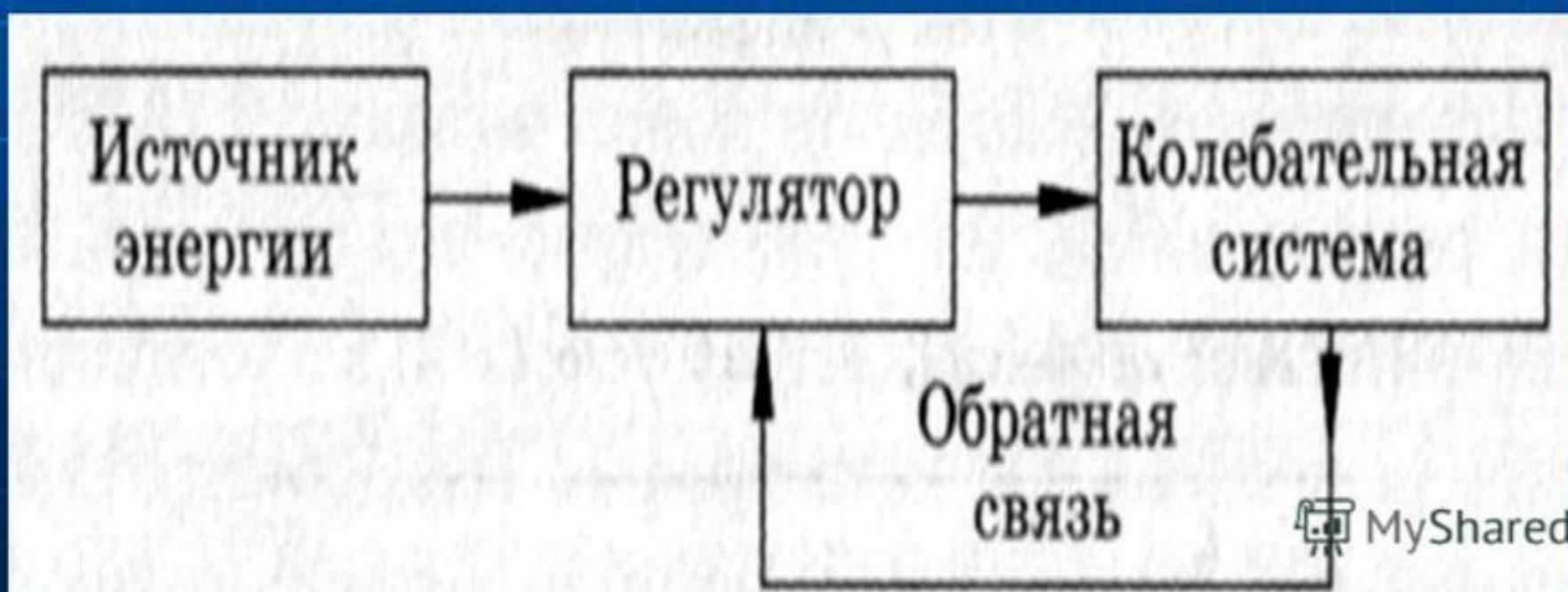
**Вынужденными колебаниями называются колебания тела, вызванные и поддерживаемые внешней силой (вынуждающей), периодически изменяющейся по величине и направлению.**

- 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.

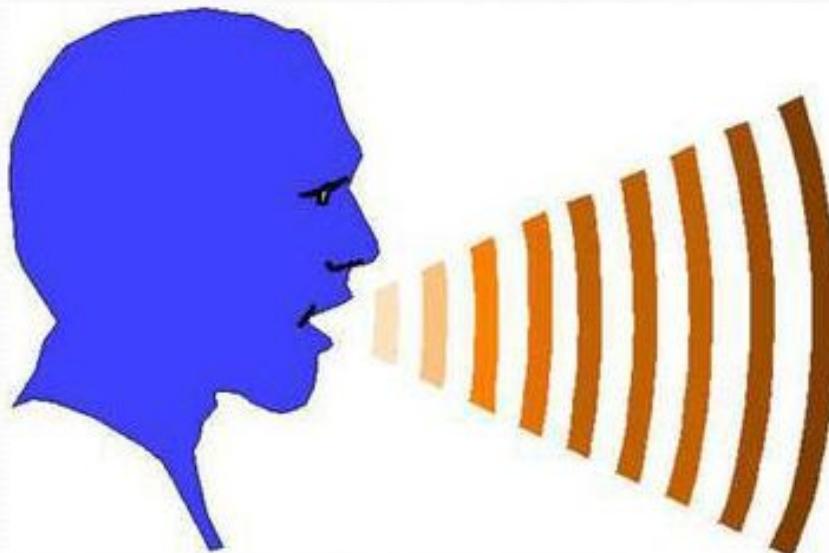


Камертон был  
изобретен в 1711 г.  
английским  
музыкантом Дж.  
Шором для настройки  
музыкальных  
инструментов.

# 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:**

- Аусcultация
- 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 полой капсулы, с передающей звук мембраной, прикладываемой к телу пациента, от нее идут резиновые трубы 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 пластиинки из упругого материала, называемой плессиметром, которую при ударе накладывают на поверхность тела. Пользуются просто простукиванием кончиком согнутого среднего пальца право 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 локаторы  
имеют летучие мыши и дельфины.



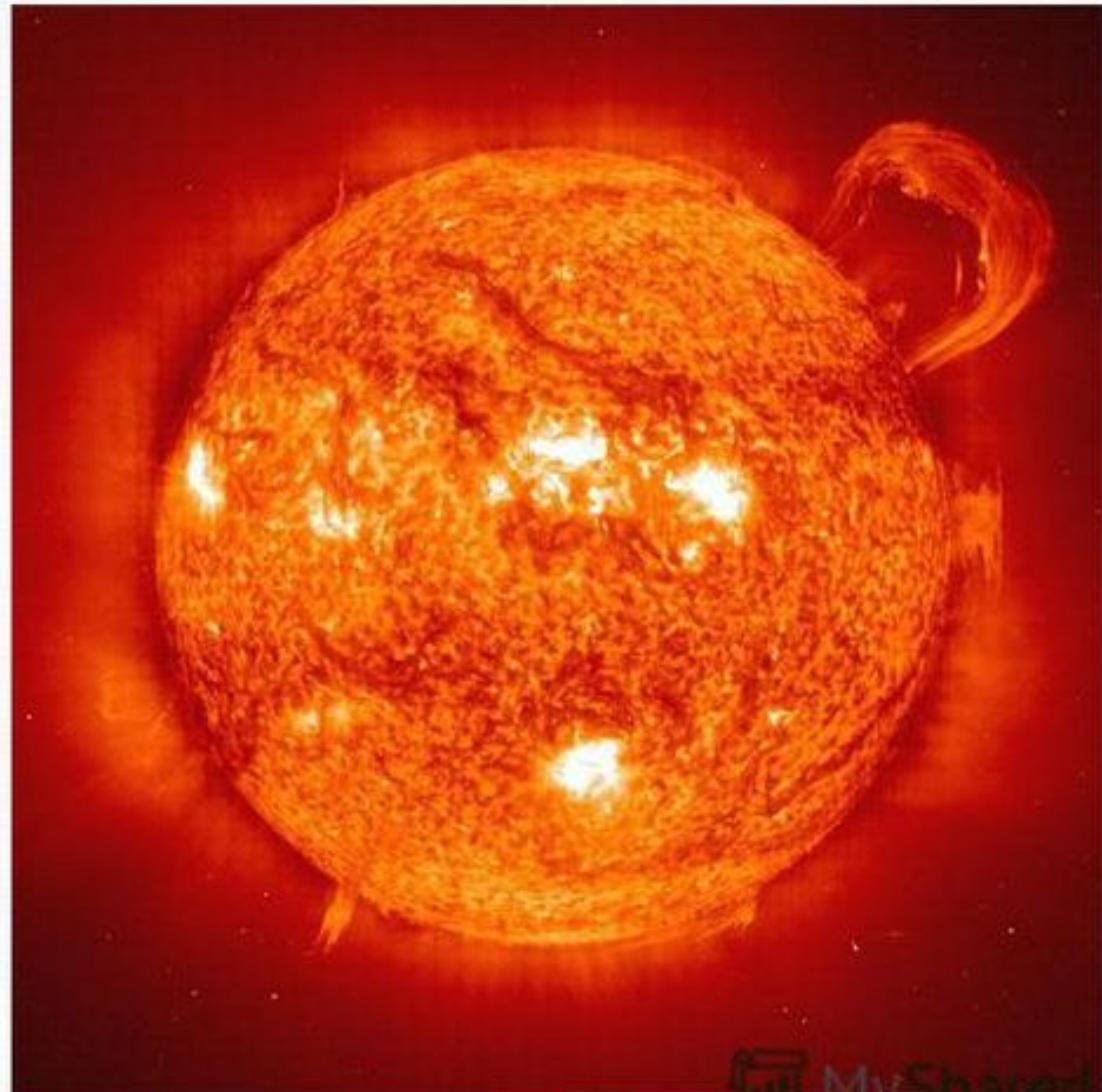
MyShared

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



# **Применение инфразвука.**

**С помощью  
инфразвука  
определяют  
места сильных  
взрывов, осущест-  
вляют 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.**

