

АКУСТИКА

Цель:

Изучить физический процесс - звук, его природу, его параметры и особенности его восприятия.

Актуальность:

Для того, чтобы в дальнейшем понять функцию органа слуха человека, принципы аудиометрии, необходимо прежде всего знать природу звука. В повседневной жизни широко используется звуковоспроизводящая аппаратура различного типа. Наблюдается также явление вредного влияния чрезмерно громкого звука на человека. Поэтому знания по акустике являются важными в подготовке врача.

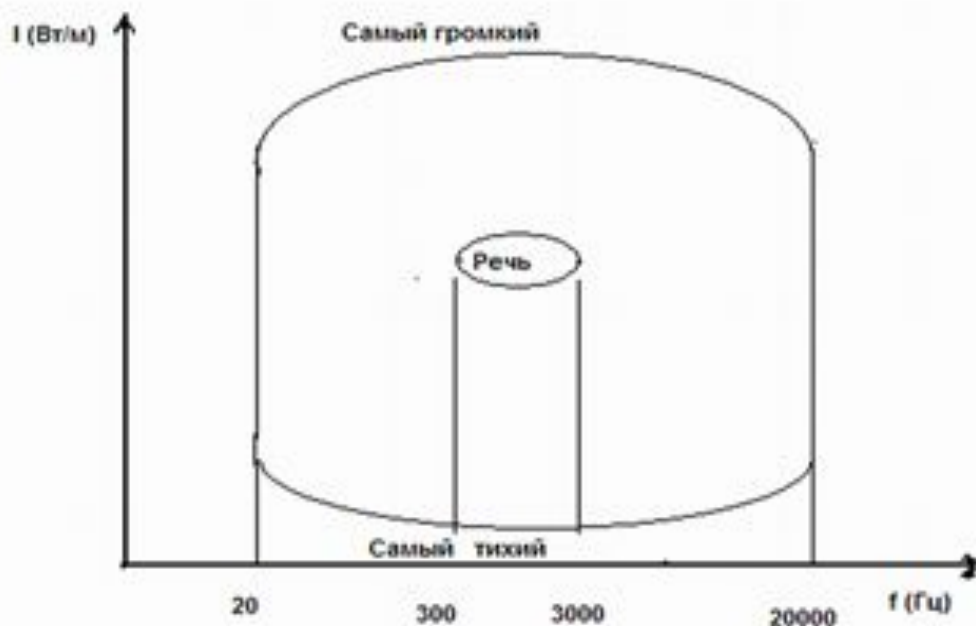
АКУСТИКА

План лекции:

1. Акустика - как часть физики
2. Скорость звука
3. Классификация звуков
4. Физические и психофизиологические характеристики звуков
5. Закон Вебера-Фехнера
6. Эффект Доплера
7. Акустика в медицине

Что такое акустика

- Акустика – это раздел физики, изучающий механические колебания и волны в диапазоне частот от 20 Гц до 20000 Гц



$$S = A \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

$$v = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

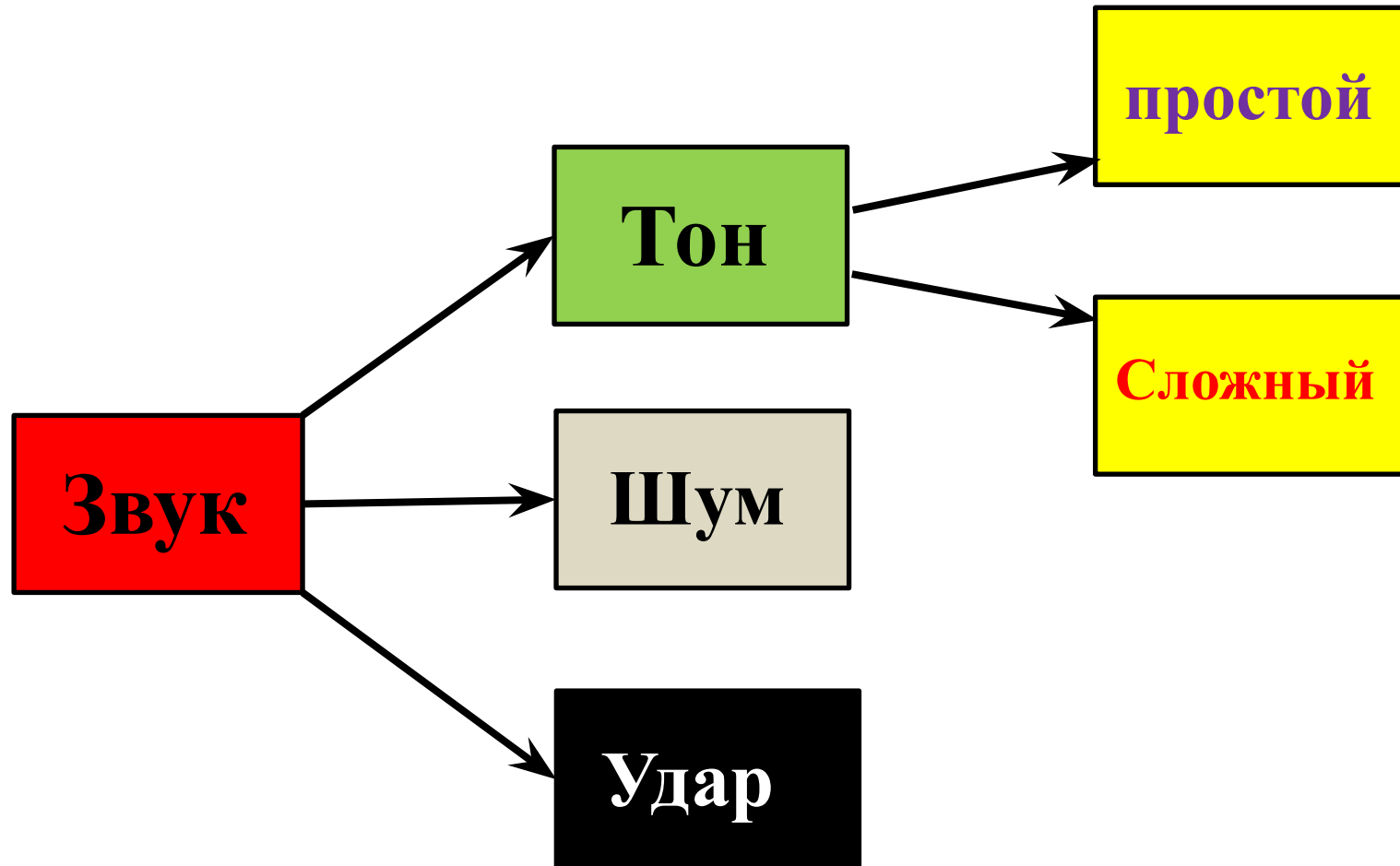
Скорость звука

- Скорость звука в воздухе зависит от температуры:

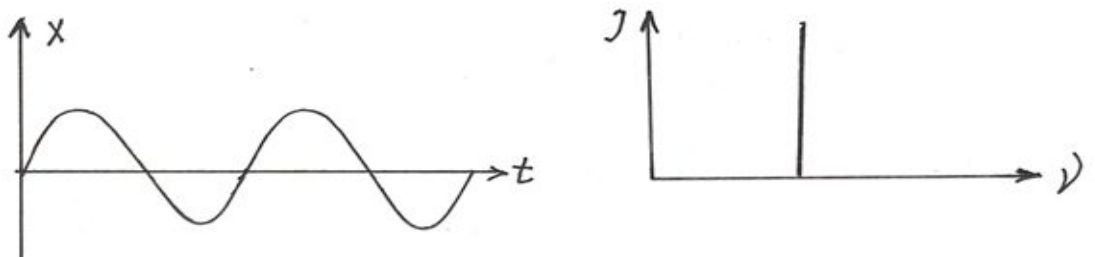
$$v = 20\sqrt{T}$$

Воздух при -20 С	310 м/с
Воздух при 0 С	325 м/с
Воздух при +20 С	340 м/с
Вода и мягкие ткани	1500 м/с
Железо	5000 м/с
Стекло	6000 м/с

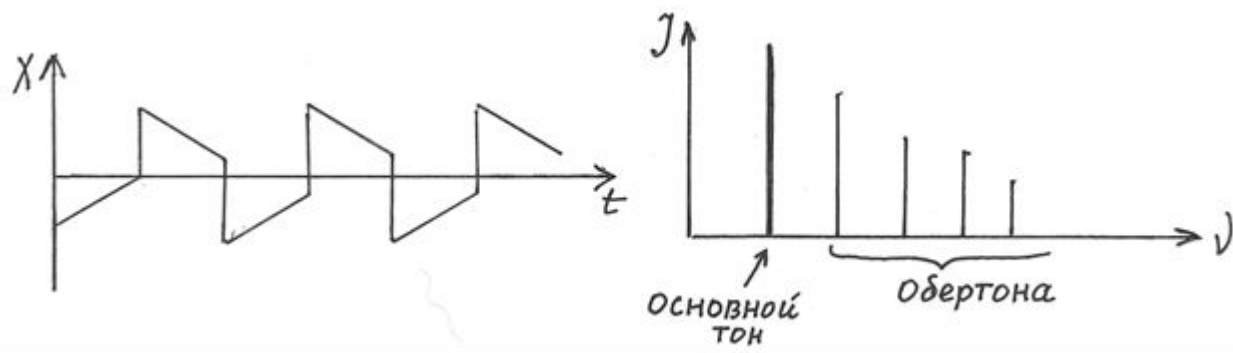
Классификация звуков



ТОН

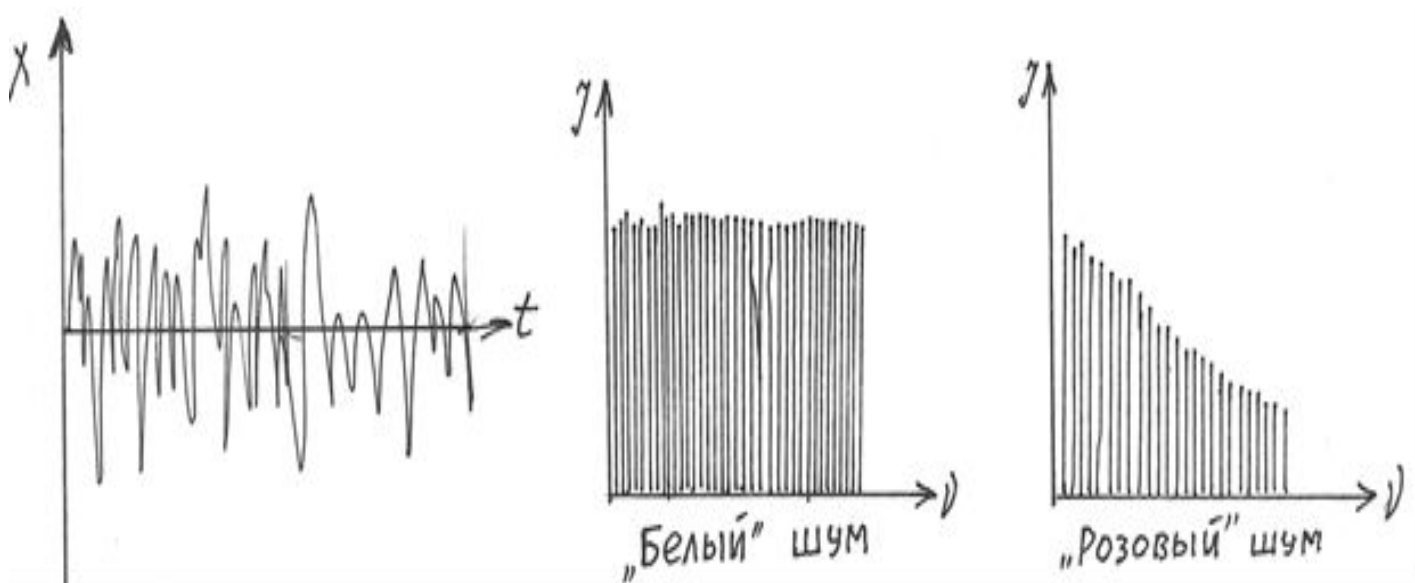


Простой тон. Одна спектральная линия. График – чистая синусоида.



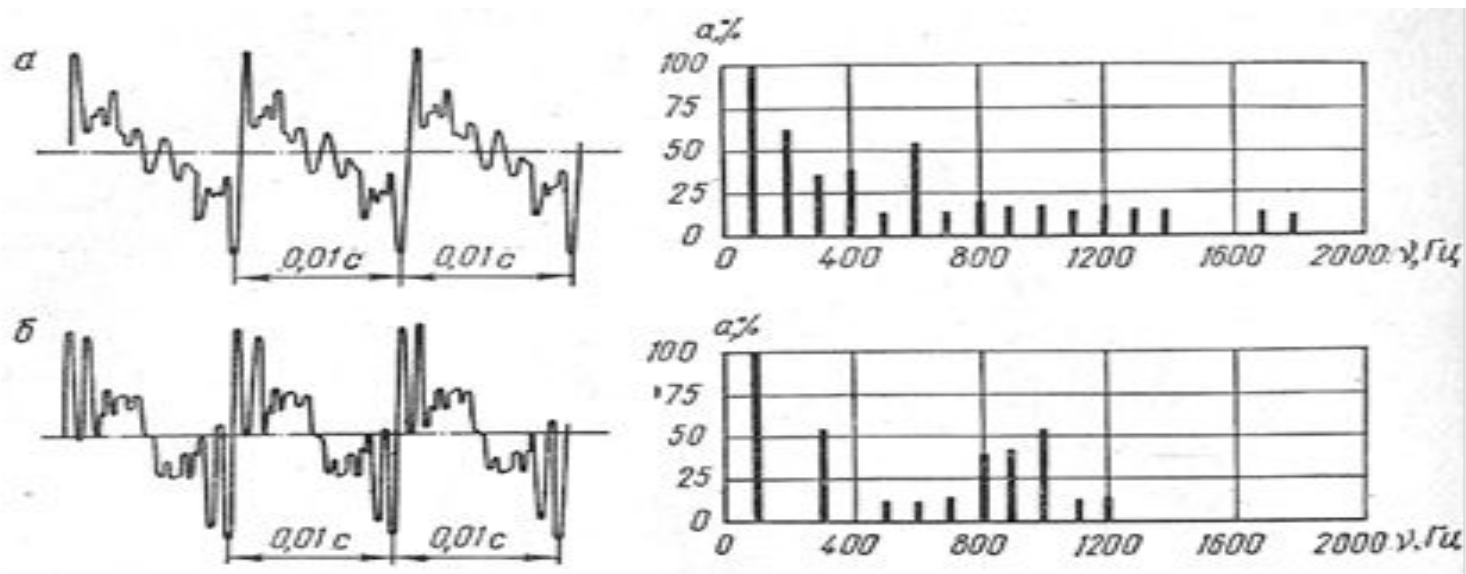
Один из сложных тонов. Набор определённых спектральных линий. В графике прослеживается чёткая периодичность.

Шум



В графике шума периодичность отсутствует.
Спектр шума – это множество спектральных
линий, сливающихся в сплошной фон.
Спектр характеризуется огибающей.

Сложный тон



а) кларнет

б) рояль

Характеристики звуков

N	Физические (для физиков)	Психофизиологические (для музыкантов)
1		Громкость
2		Высота тона (название ноты)
3	Гармонический спектр	Тембр (название музыкального инструмента)

$$I = \frac{\rho v A^2 \omega^2}{2} = \epsilon v$$

Уравнение Н. А. Умова

$$I = \frac{\Delta p^2}{2\rho v}$$

ϵ – объёмная плотность энергии $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \right]$

Закон Вебера-Фехнера

$$I_{max} = 10 \text{ Вт/м}^2 \quad I_{min} = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$$

$$I_{max}/I_{min} = 10^{13} \text{ (раз)!}$$

Если интенсивность звука изменяется по геометрической прогрессии, то ощущения на слух изменяются в арифметической прогрессии.

$$L = k \lg(I/I_0) \text{ (з-н Вебера-Фехнера)}$$

Если $k=1$, то L – бел (Б)

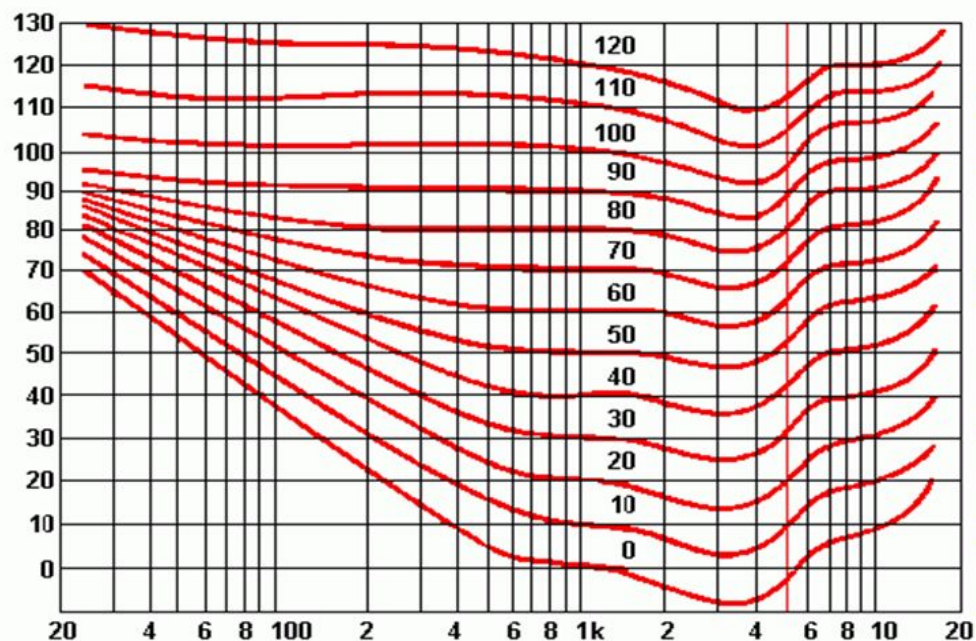
Если $k=10$, то L – децибел (дБ)

Громкость звука

- Ухо человека обладает неодинаковой чувствительностью во всём диапазоне слышимых частот: в середине диапазона чувствительность выше, на краях диапазона – ниже.
- Это связано с тем, что в середине диапазона лежит наиболее ценная информация для человека.
- В связи с этим, введена ещё одна характеристика звука, которая называется фон (Ф).
- Фоны – это те же децибелы, только оцениваемые не по прибору, а на слух.

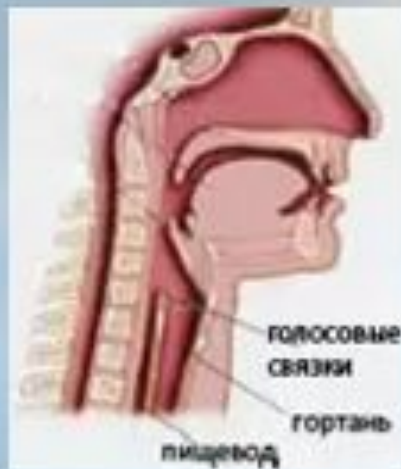
Кривые равной громкости

- Громкость звука зависит не только от его интенсивности, но и от частоты.
- На частоте 1000 Гц децибелы и фоны численно совпадают.



Генерация звука

- Обычно для генерации звука применяются колеблющиеся тела различной природы, вызывающие колебания окружающего воздуха.



Акустическая системы

- **Пассивная:** состоит только из излучателя и ящика
- **Активная:** содержит также усилитель мощности



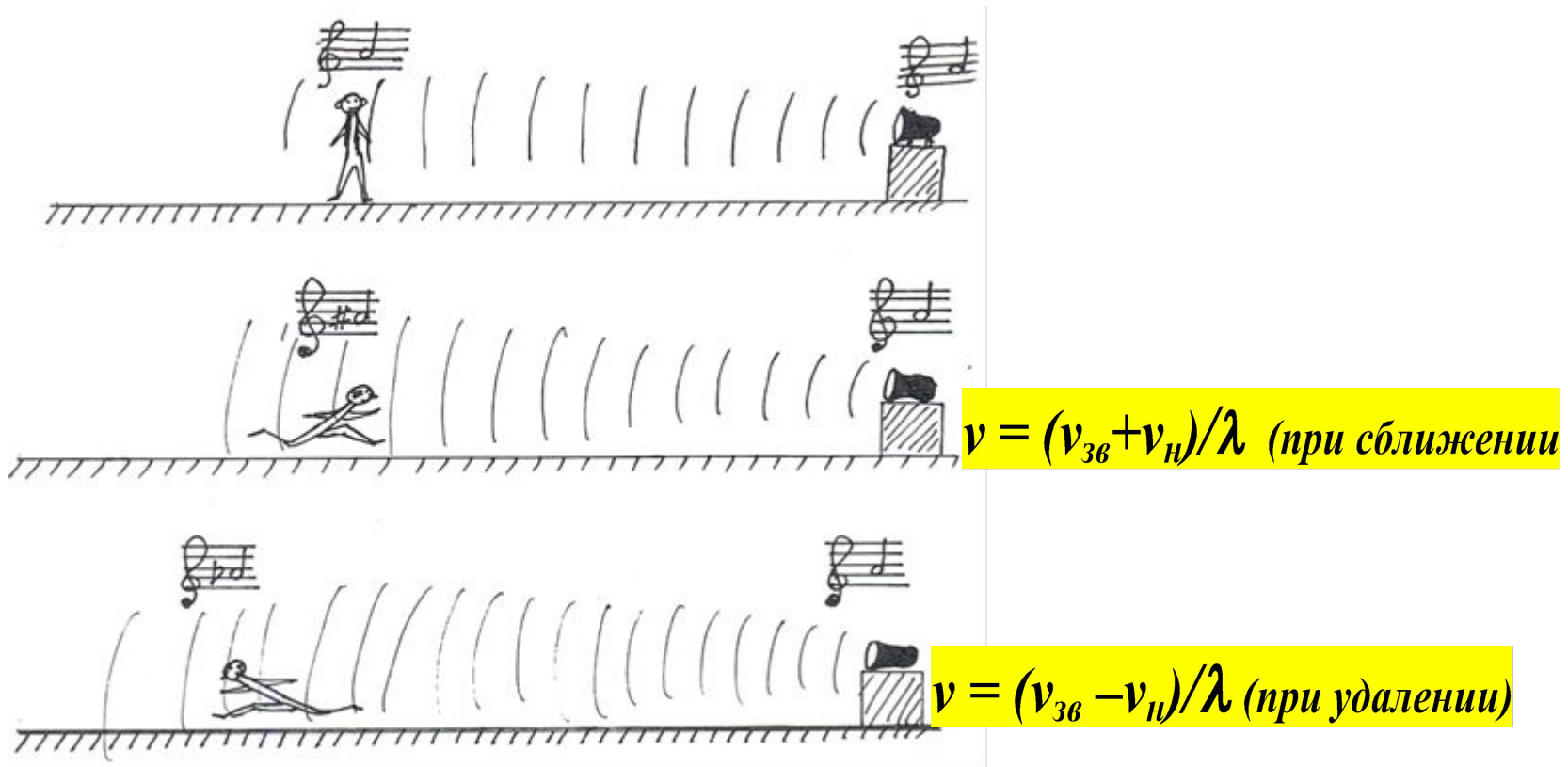
Акустические резонаторы

- Резонаторы - усилители колебаний. Явление акустического резонанса заключается в том, что акустическая система приводится в колебание, когда недалеко от нее звучит другая акустическая система с частотой колебаний, совпадающей с собственной частотой первой.



Эффект Допплера

- Воспринимаемая частота зависит от относительной скорости и направления движения источника и приёмника звука



Акустика в медицине

- **1. Аускультация – выслушивание работы внутренних органов. Используются стетоскоп и фонендоскоп**
- **2. Перкуссия – выстукивание. По перкуторному тону определяют границы и состояние внутренних органов.**
- **3. Аудиметрия – проверка остроты слуха и определение границ диапазона слышимости**

Контрольные вопросы

1. Что изучает акустика?
2. Что такое звук?
3. Что такое порог слышимости?
4. Что такое болевой порог?
5. В каких единицах измеряется интенсивность звука?
6. Что такое тон, шум и звуковой удар?
7. Как читается закон Вебера-Фехнера?
8. В каких единицах измеряется громкость звука?
9. Какие звуковые характеристики являются физическими?
10. Какие звуковые характеристики являются психофизиологическими?
11. Как проявляется эффект Доплера?
12. Как акустика используется в медицине?

