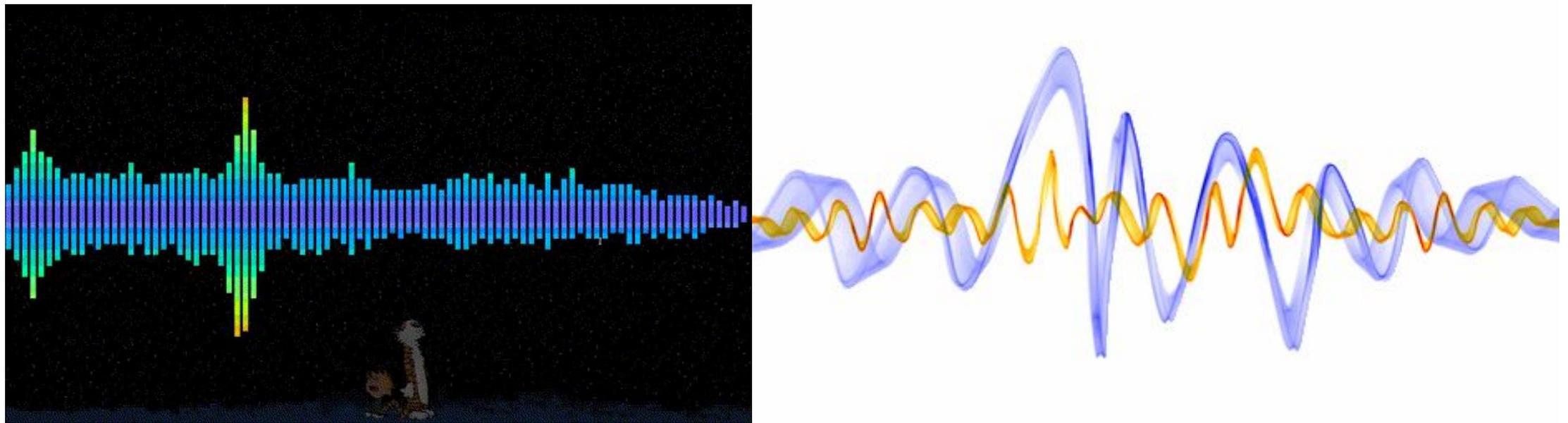


***ПРИРОДА ЗВУКА.
ФИЗИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА.***

Акустика – это раздел физики, в котором **изучают звук** и связанные с ним явления.



Виды звуковых волн

- *Продольная волна (в твердых, жидких и газообразных средах):*



- *Поперечная волна (только в твердых средах):*



Но (!) человеческое ухо слышит только продольную механическую волну.

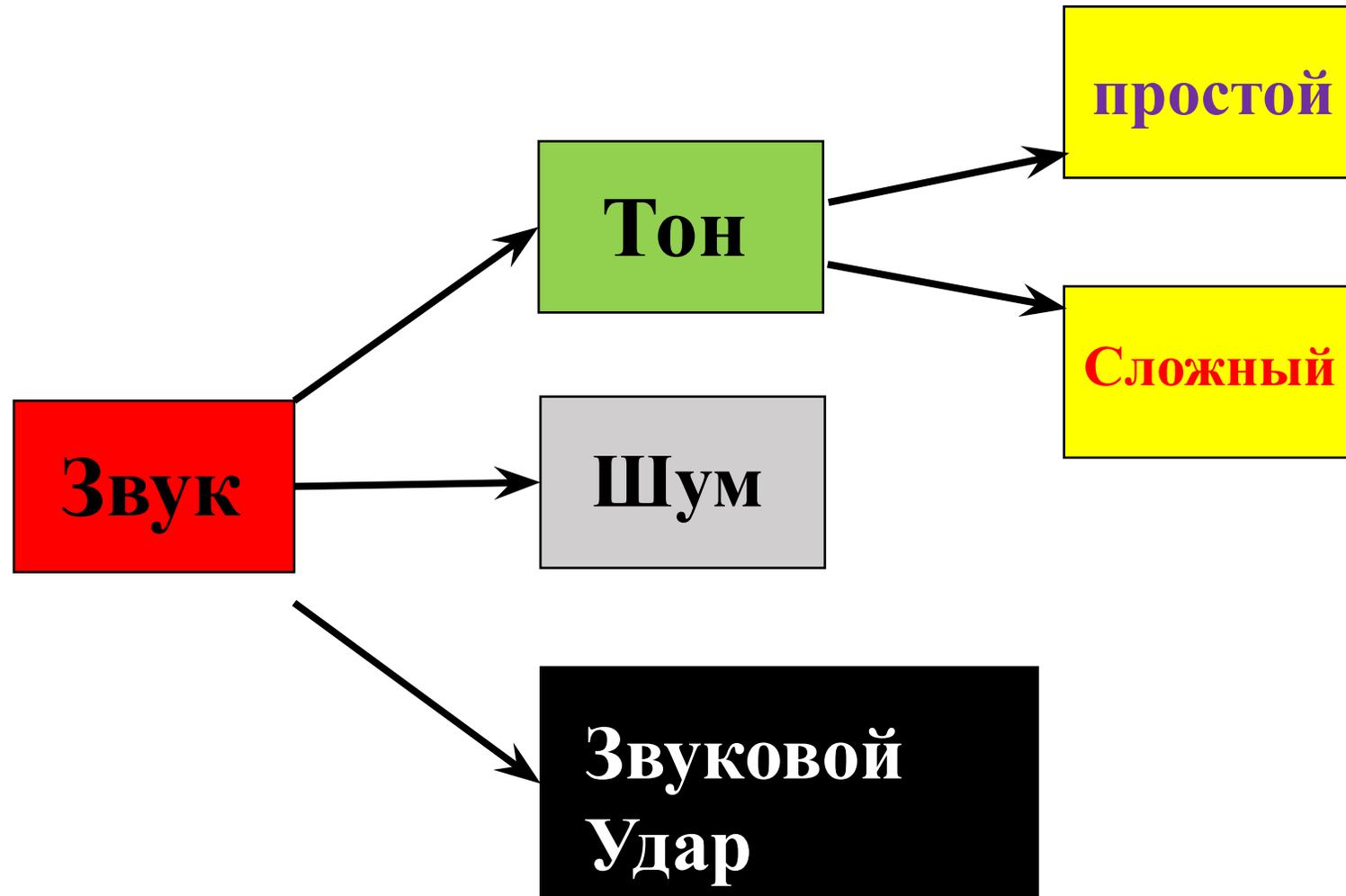
Звук или **звуковая волна** – механические колебания, распространяющиеся в упругой среде в виде продольных волн, воспринимаемые ухом человека, т.е. лежащие в диапазоне частот ν от 16 Гц до 20000 Гц.



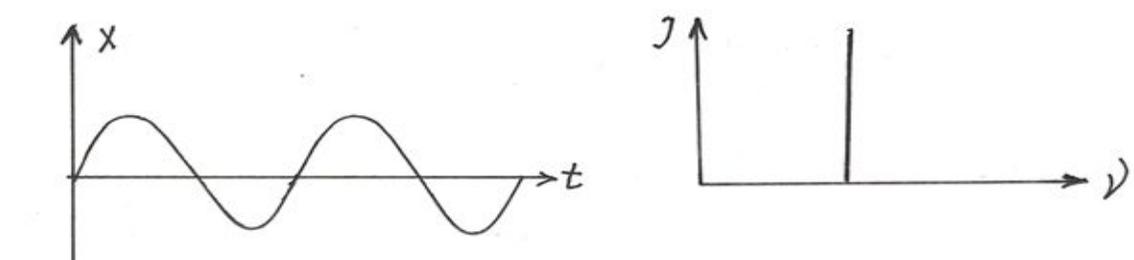
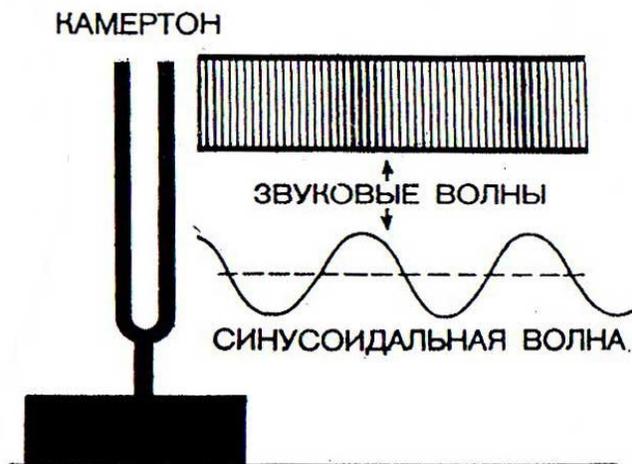
□ Колебания с частотой меньше 16 Гц называются *инфразвуком*.

□ Колебания с частотой больше 20000 Гц называются *ультразвуком*

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗВУКОВ



Простой или чистый тон – звук, источник которого совершает гармонические колебания (например, камертон или генератор звуковой частоты). Простой тон имеет только одну частоту ν .

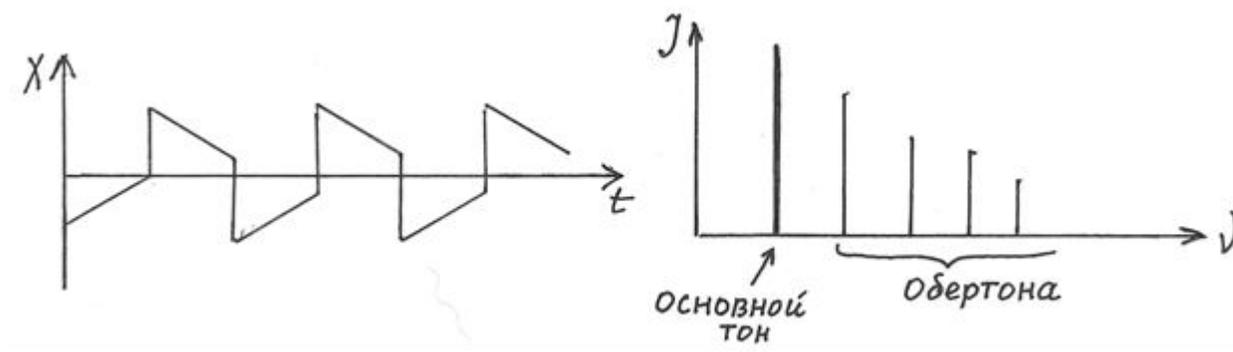


Простой тон. Одна спектральная линия.

График – чистая синусоида.

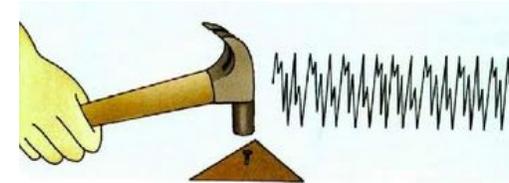
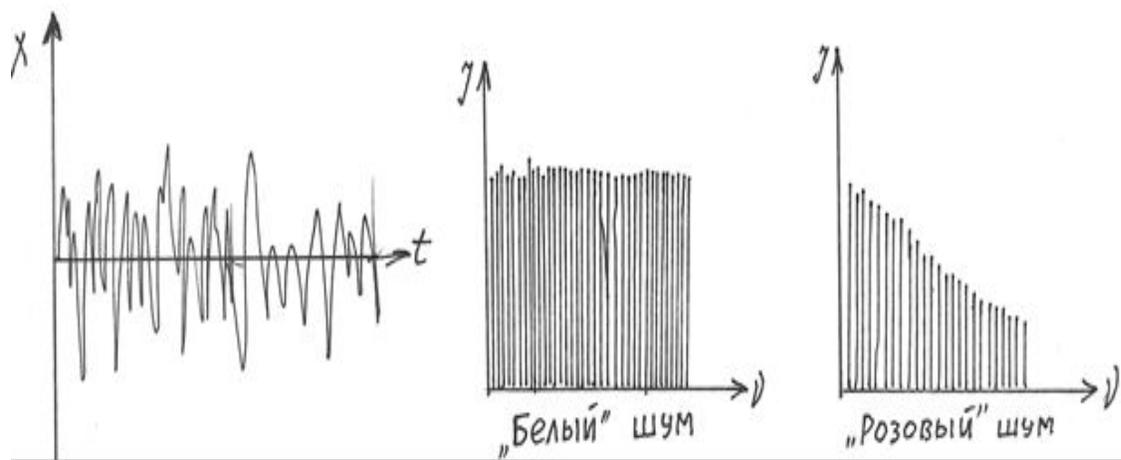
Сложный тон – звук, источник которого совершает периодические негармонические колебания (например, музыкальные звуки, гласные звуки аппарата речи).

Любой сложный тон может быть разложен на простые тона по теореме Фурье, поэтому сложный тон имеет набор кратных частот ν_i . **Спектр сложного тона линейчатый**



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

Шум – сочетание **беспорядочно** меняющихся сложных ТОНОВ (например, вибрации машин, скрип, шорох, согласные звуки речи) любых частот. **Спектр шума сплошной**



В графике шума периодичность отсутствует.

Спектр шума – это множество спектральных линий, сливающихся в сплошной фон.

Спектр характеризуется огibaющей.

Звуковой удар – это кратковременное звуковое воздействие (взрыв, хлопок).

Физические (**объективные**) характеристики звука

- 1. Скорость (v).** Звук распространяется в любой среде, кроме вакуума. Скорость его распространения зависит от упругости, плотности и температуры среды, но не зависит от частоты колебаний.

скорость звука

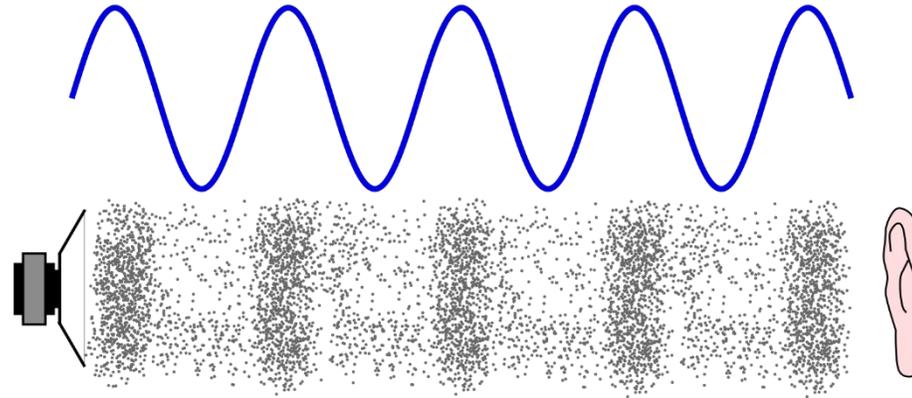
- *в воздухе **340 м/с**,*
- *в жидкостях и кровенаполненных тканях – около **1500 м/с**,*
- *твёрдых телах – **3000-5000 м/с**.*

- 2. Частота (ν)** - количество колебаний в единицу времени.

частота звука находится в пределах от 16 Гц до 20 кГц.

3. Звуковое давление.

Звуковая волна состоит из чередующихся областей **сгущения** и **разряжения** среды.



Давление в области сгущения больше, а в области разряжения меньше среднего давления среды P_0 .

Звуковым или акустическим давлением называют добавочное давление (избыточное над средним давлением окружающей среды, например над атмосферным давлением), образующееся в участках сгущения частиц в акустической волне

$$P_A = A\omega\rho v$$

где A – амплитуда волны

ω - циклическая частота волны,

ρ - плотность вещества,

v – скорость распространения волны

в веществе

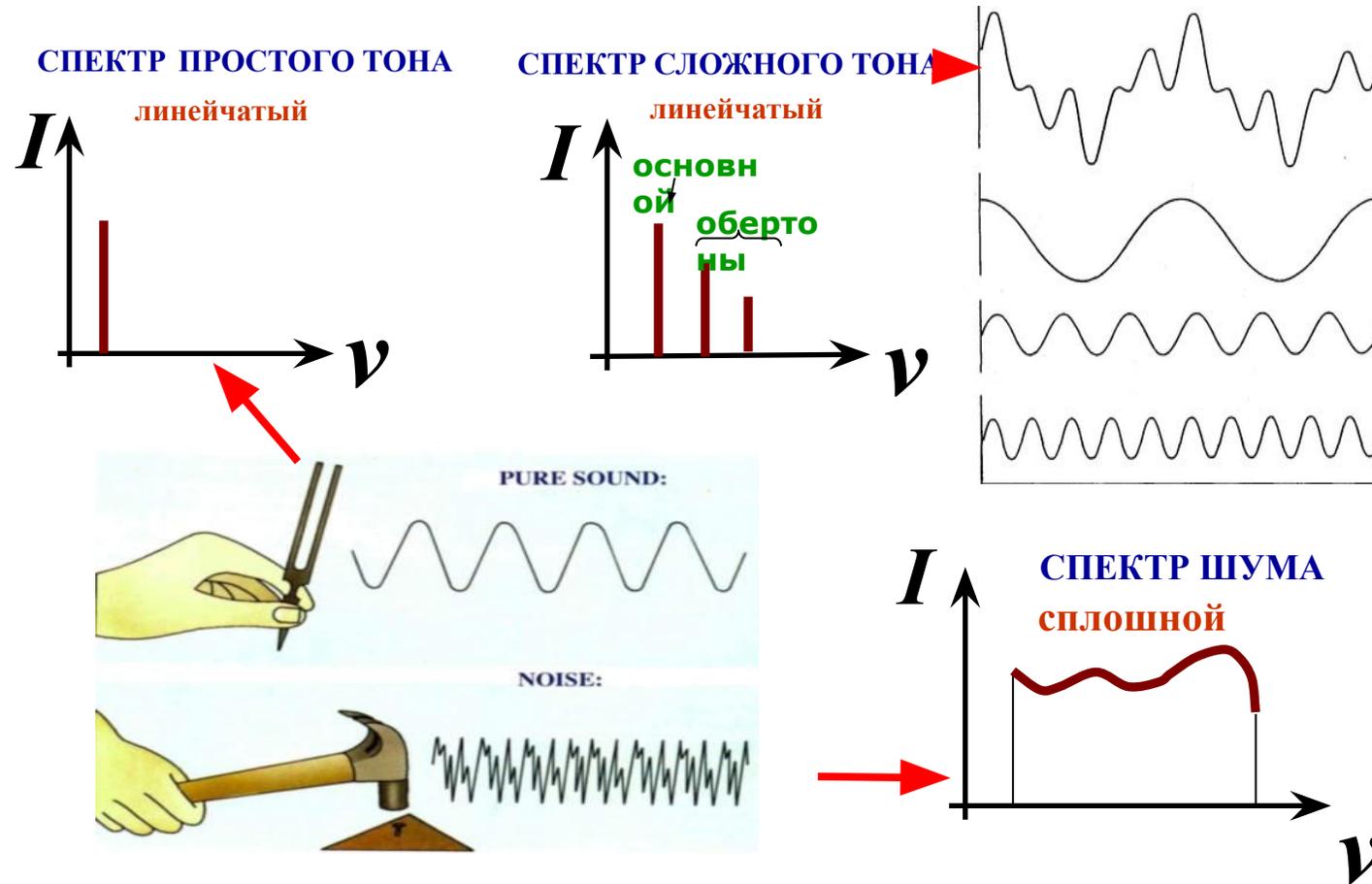
4. Интенсивность звука. Распространение звуковой волны сопровождается переносом энергии. Интенсивность звука - это плотность потока энергии, переносимой звуковой волной.

$$I = \frac{E}{St}$$

$$\text{Дж}/(\text{м}^2 \text{ с}) = \text{Вт}/\text{м}^2$$

численно равна средней по времени энергии E , переносимой волной в единицу времени через единицу площади поверхности, расположенную перпендикулярно направлению распространения волны

5. Акустический спектр — диаграмма, отражающая частоту тонов, входящих в состав звука, и соответствующие им интенсивности.



Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука

Высота звука - субъективная характеристика, определяемая частотой его основного тона: чем больше частота, тем выше звук.

Тембр звука - это качественная характеристика слухового ощущения, в основном обусловленная гармоническим спектром звука.

Громкость звука E - это уровень слухового ощущения над его порогом. Она зависит, прежде всего, от *интенсивности I* звука.

ФИЗИЧЕСКИЕ
(объективные,
параметры волны)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
(субъективные,
параметры ощущения)

Частота

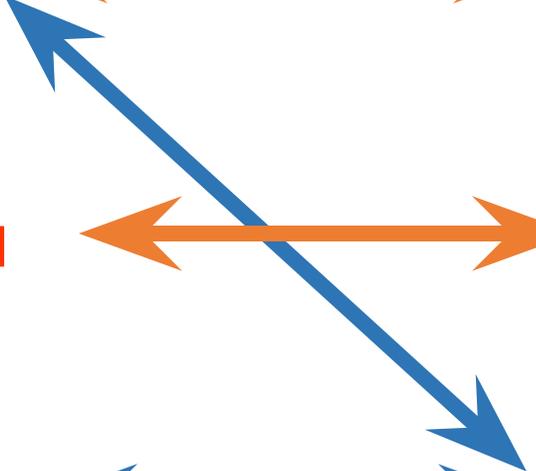
Высота

**Акустический
спектр**

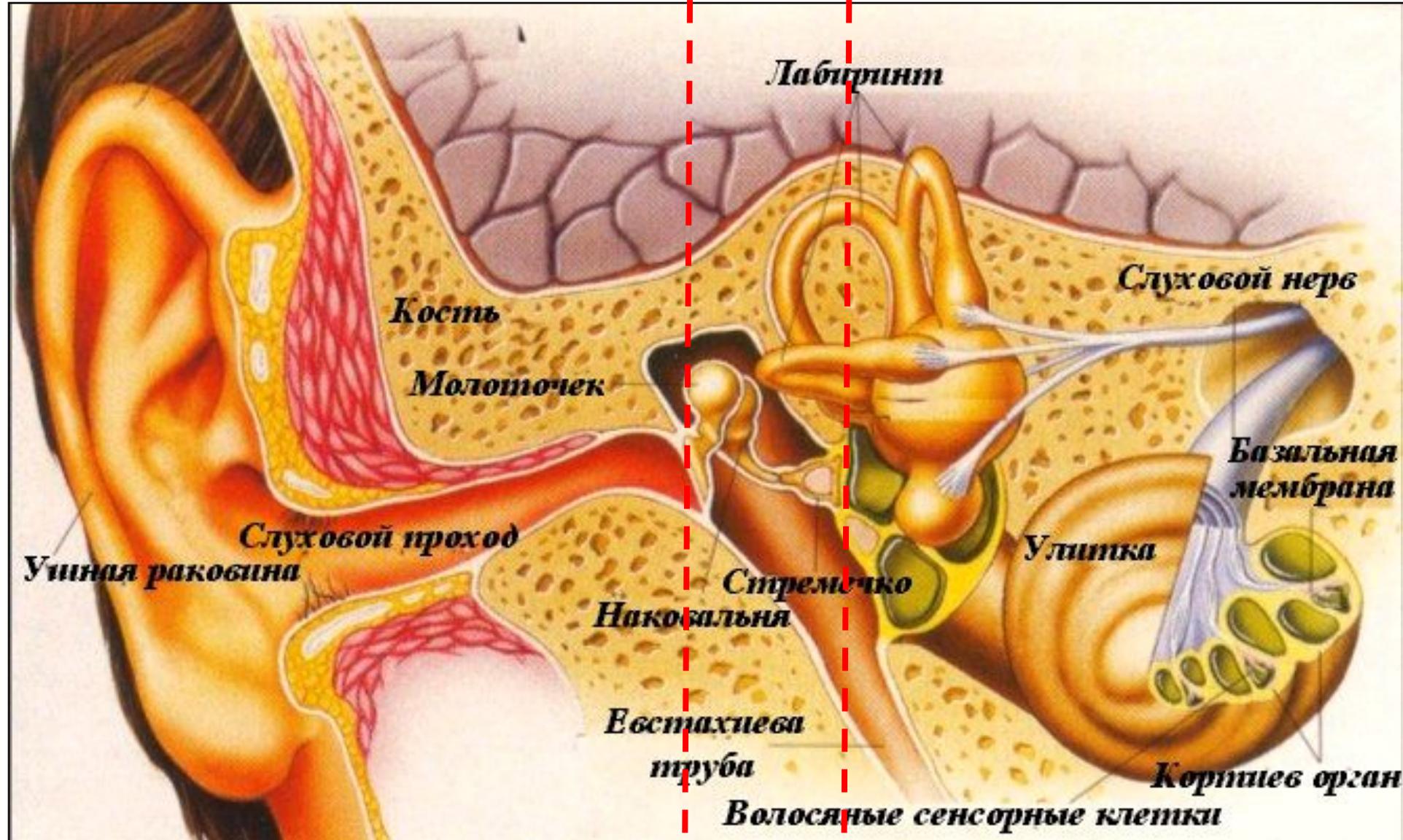
Тембр

**Уровень
ИНТЕНСИВНОСТИ**

Громкость



СТРОЕНИЕ ОРГАНА СЛУХА ЧЕЛОВЕКА



НАРУЖНЕЕ УХО

СРЕДНЕЕ УХО

ВНУТРЕННЕЕ УХО

Наружное ухо

Звуковые волны вызывают колебания барабанной перепонки.

Чем выше звук, тем больше частота колебаний.

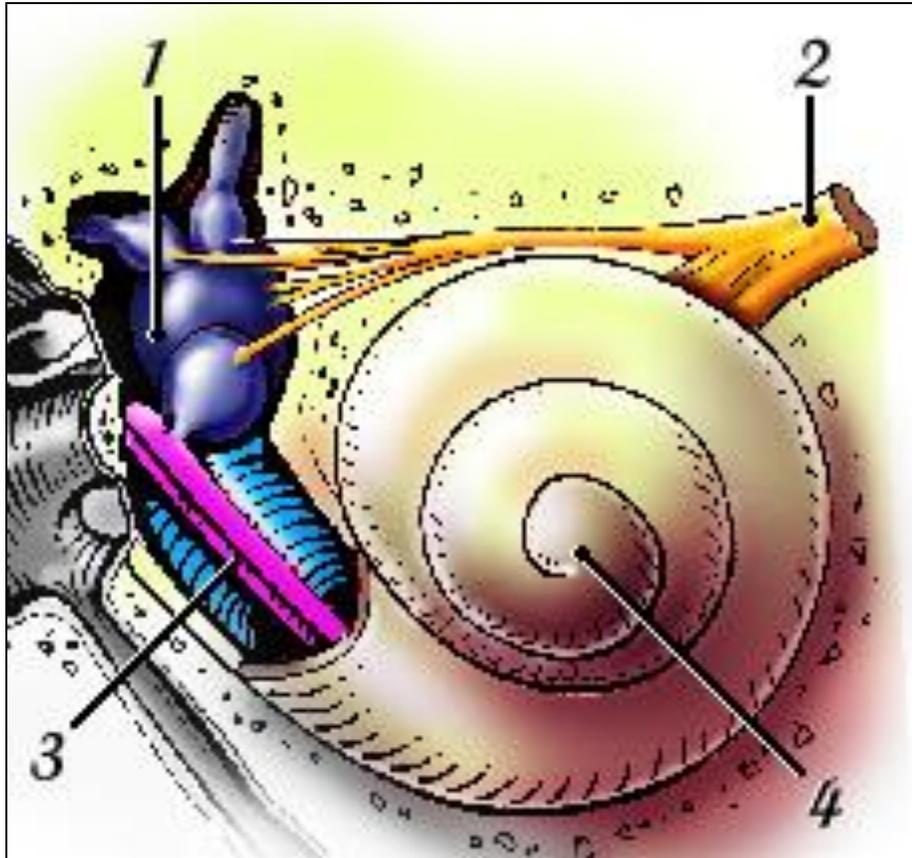


Среднее ухо

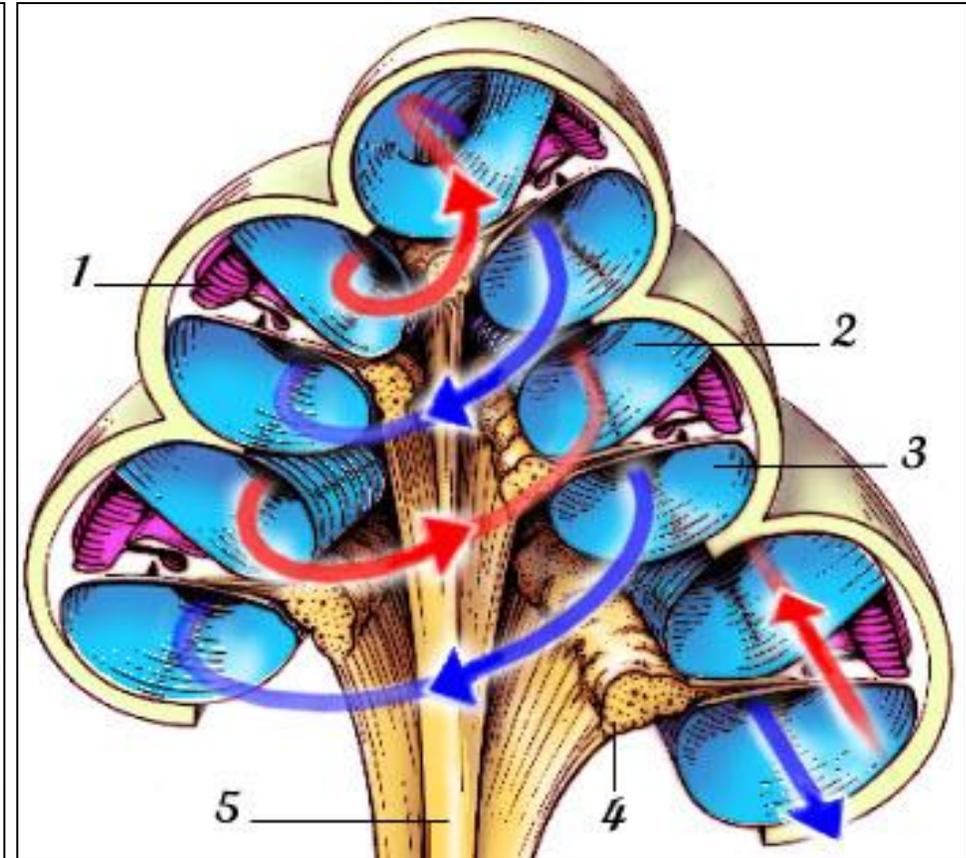
Через молоточек, наковальню и стремя колебания барабанной перепонки передается перепонке овального окна. Благодаря слуховым косточкам размах колебаний уменьшается, зато сила их увеличивается.



ВНУТРЕННЕЕ УХО



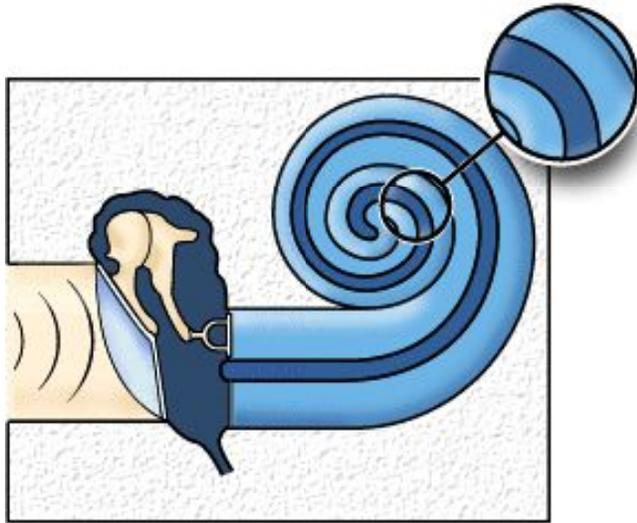
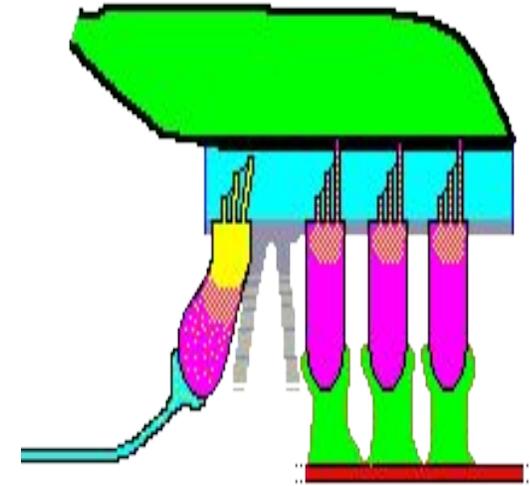
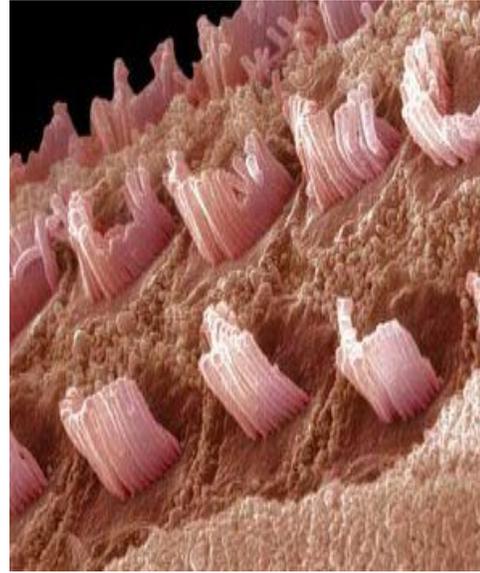
- 1 – вестибулярный аппарат;
- 2 – слуховой нерв;
- 3 – каналы улитки;
- 4 – улитка



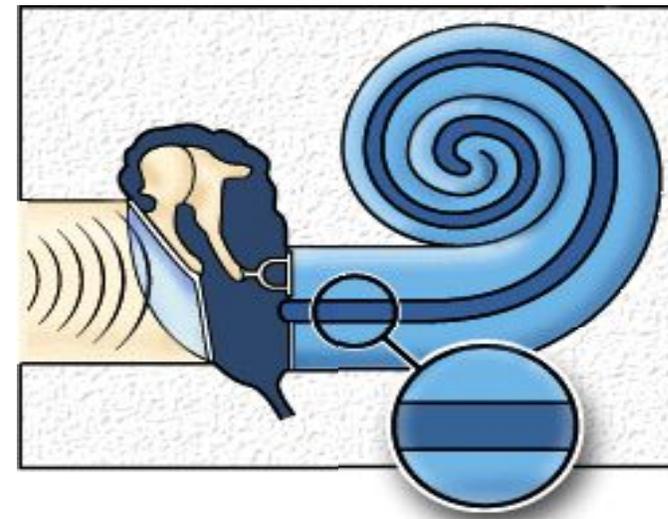
- 1 – средний канал, содержащий кортиев орган;
- 2 – вестибулярный канал;
- 3 – барабанный канал;
- 4 – спиральные ганглии;
- 5 – слуховой нерв

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО УША

Звуки вызывают в улитке колебания кортиева органа. В нём расположены волосковые рецепторные клетки, чувствительные к механическому воздействию и преобразующие его в нервный (электрический) импульс.



колебание верхушечной части улитки под воздействием звуков низкой частоты.



колебание основания улитки под воздействием звуков высокой частоты.

Схема прохождения звуковой волны

