



BIOAKUSTIKA ELEMENTLARI

Ma'ruzachi: Sh. A. Shoyusupov

TOSHKENT-2023



REJA:

- 1. Tovushning fizik xossalari.**
- 2. Tovushning fiziologik xossalari.**
- 3. Tibbiyot va veterinariyada tovush sullaridan foydalanish.**

Bioakustika elementlari mavzusi bo'yicha tayanch iboralar: Tovush va uning ahamiyati. Tovushning fizik va fiziologik xossalari. Veber Fexnerning psixofizik qonuni. Tibbiyot va veterinariyada tovush usullaridan foydalanish va undan himoyalalanish. Ultra- va infratovushlar. Ularning organizmga ta'siri. Tovushdan davolash va diagnostikada foydalanish.

BIOAKUSTIKA

- biofizikaning tovushlarning kelib chiqishi va xossalarini hamda ularning tirik organizmlarga ta'sirini o'rganuvchi bo'limi.

Mavzuni dolzarbligi:

1. Bioakustikaning fizik asosini tebranishlar va to'lqinlar nazariyasi tashkil etadi, u tabiatdagi ko'plab jarayonlarni tavsiflashda universaldir.

Tebranishlar - vaqt o'tishi bilan har xil darajada takrorlanadigan harakatlar yoki jarayonlar. To'lqinlar - kosmosdagi tebranishlar energiyasini uzatish.

FIZIK TABIATIGA KO'RA

MEXANIK
(harakat bilan bog'liq)

elektromagnit

Shu kabi tenglamalar bilan tavsiflanadi!!!

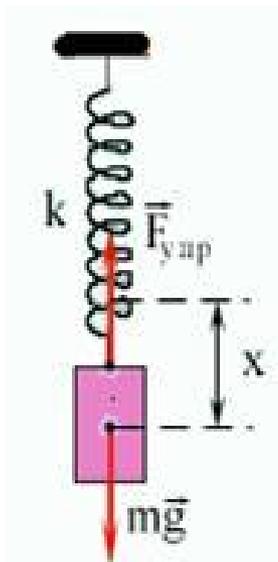
2. Inson eshitishi - eng muhim tuyg'u (ijtimoiy o'zaro ta'sir nuqtai nazaridan). Eshitish analizatori inson fiziologiyasining asosidir.

3. Mavzu material tibbiyotda ultratovush tadqiqot va davolash usullarini o'rganish, tebranish va shovqinning tanaga ta'sirini tushunish uchun asosdir.

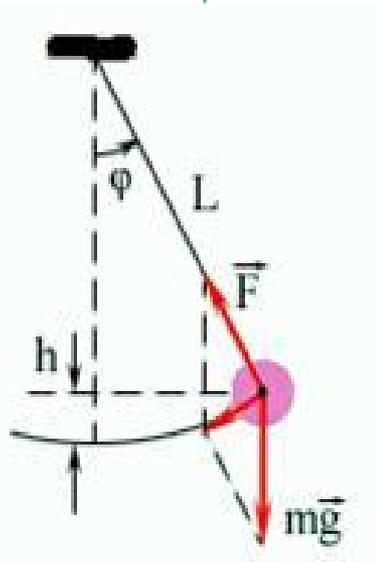
Mexanik tebranish - Bu muvozanat holatidan chiqarilgan jismning harakatlari bo'lib, harakat davomida jism bir xil traektoriya bo'ylab bir necha marta harakat qiladi, fazoda bir xil nuqtalardan teng vaqt oralig'ida o'tadi.

Mexanik tebranishlarga misollar

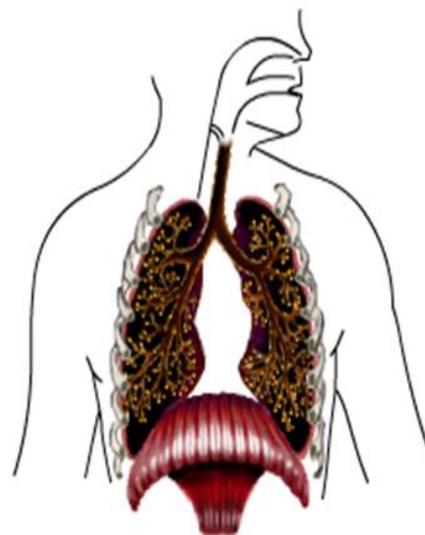
prujinali mayatnik



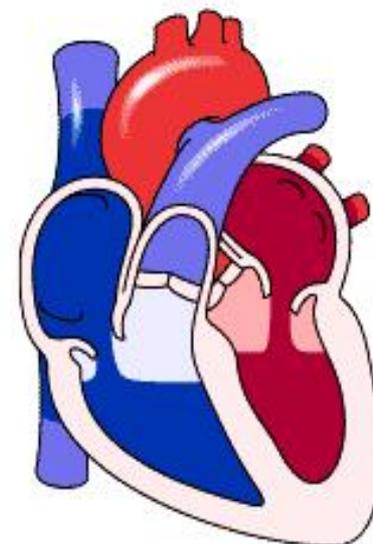
matematik mayatnik



o'pka faoliyati

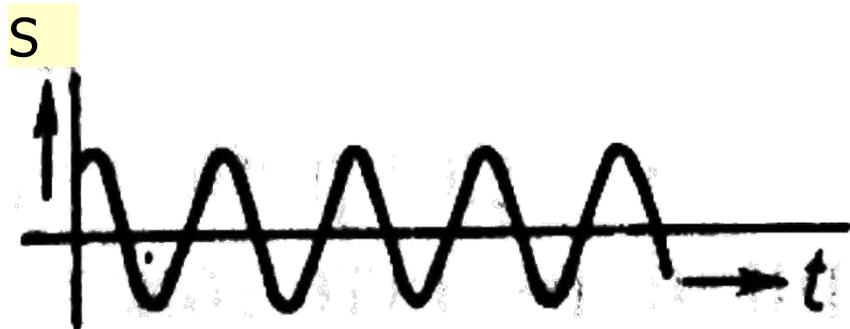


yurakni urishi



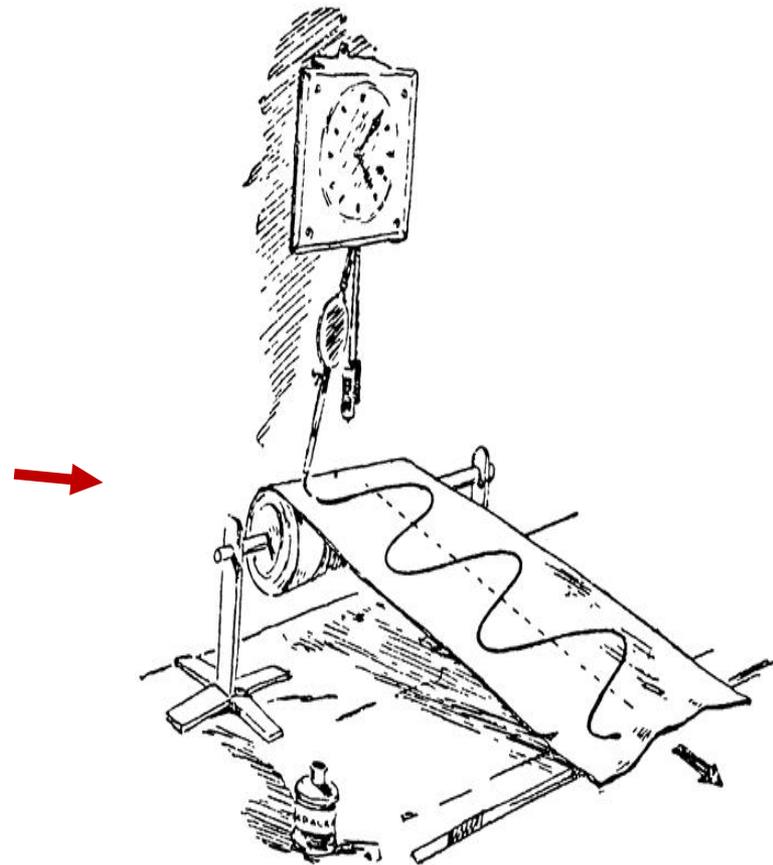
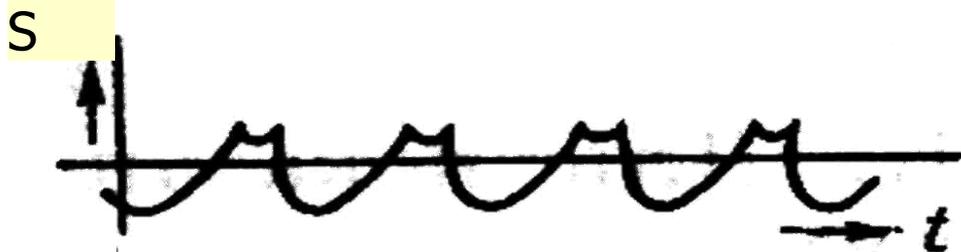
Ostsillyatsiya – o'quv va ilmiy adabiyotlarda tez-tez uchraydigan "tebranishlar" so'zining sinonimi.

Garmonik tebranish - sinus (kosinus) qonuniga ko'ra yuzaga keladigan tebranishlarning eng oddiy turi, ya'ni. ularning grafigi sinusoidal (kosinus) bo'lib, ularning tenglamasi sinus (kosinus) funksiyasini o'z ichiga oladi.



Sinusoida sinusoid bo'ylab harakatlanayotgan jismni emas, balki tebranuvchi jismning muvozanat holatidan vaqt o'tishi bilan siljishining o'zgarishini tavsiflaydi.!

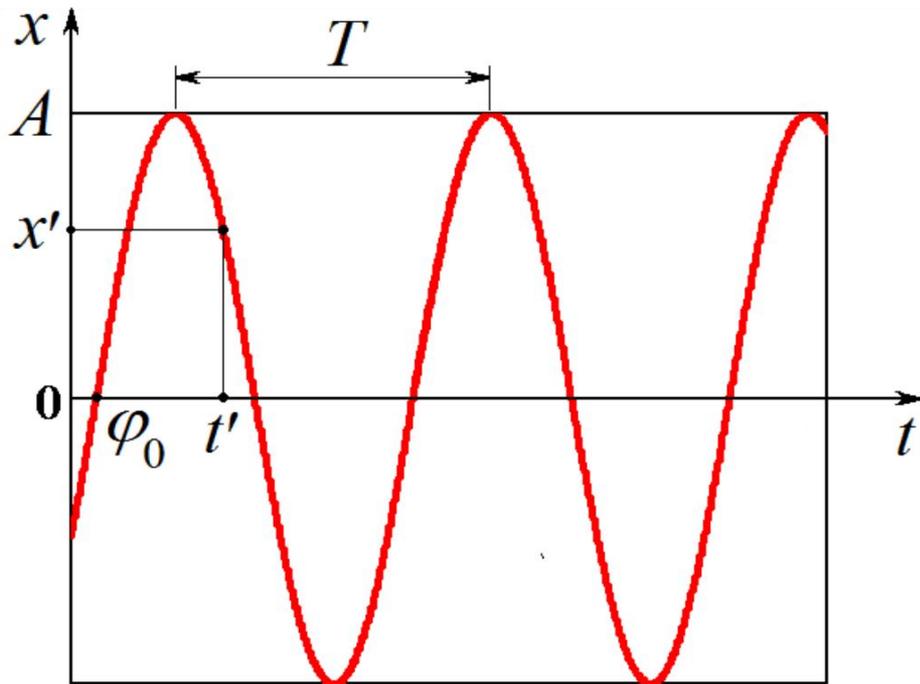
Garmonik bo'lmagan tebranishlar sinus yoki kosinus qonuniga amal qilmaydi.



GARMONIK TEBRANISHLAR

Tebranishlarning eng oddiy turi **garmonik tebranishlar** bo'lib, ularda tebranish miqdori **sinus** yoki **kosinus** qonuniga muvofiq o'zgaradi:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$



$$[x] = m$$

$$[A] = m$$

$$[\omega] = \text{rad} / c$$

$$[t] = c$$

$$[\varphi_0] = \text{rad}$$

ASOSIY XARAKTERISTIKALARI

Garmonik tebranishlarning asosiy xarakteristikalar:

- 1) *Og'ish yoki siljish* x , muvozanat holatidan;
- 2) *amplituda* A tebranishlarda muvozanat holatidan maksimal og'ish;
- 3) *Davr* T – bitta to'liq tebranishning davomiyligi;
- 4) *Chastota* ν – vaqt birligidagi tabranishlar soni,

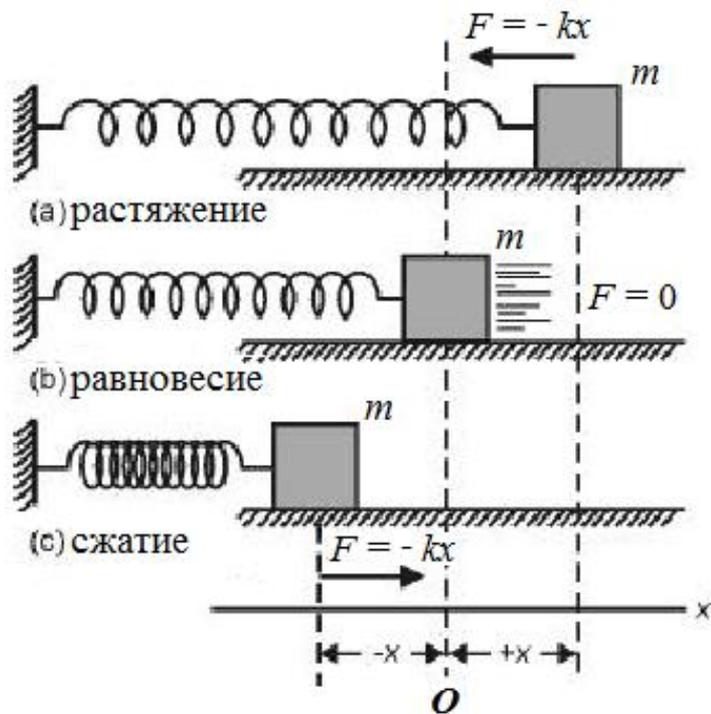
$$\nu = \frac{1}{T}, \quad [\nu] = \frac{1}{c} = \Gamma u$$

- 5) *Davriy yoki tsiklik chastota* ω ,

$$\omega = 2\pi\nu, \quad [\omega] = \text{pad}/c$$

- 6) *Tebranishlar fazasi* φ : $\varphi = \omega t + \varphi_0$, $[\varphi] = \text{pad}$

ERKIN GARMONIK TEBRANISH



N'yutonning 2-qonuniga muvofiq

$$ma = mx'' = F_{\text{упр}} = -kx$$

Ikkinchi tartibli differentsial tenglamaga ega bo'lamiz:

$$mx'' + kx = 0,$$

$$x'' + \frac{k}{m}x = 0,$$

$$x'' + \omega^2 x = 0$$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ — циклическая частота гармонических колебаний

DIFFERENTIAL TENGLAMALAR NAZARIYASIDAN BA'ZI MA'LUMOTLAR

O'zgarmas koeffitsientli ikkinchi tartibli bir jinsli
differensial tenglama

$$a y'' + b y' + c y = 0$$

Xarakteristik tenglama: $a \lambda^2 + b \lambda + c = 0$

$$D = b^2 - 4 a c \quad \lambda_{1,2} - \text{uningildiz } i$$

1) $D > 0$ (ikkita ildiz):

$$y = C_1 e^{\lambda_1 x} + C_2 e^{\lambda_2 x}$$

2) $D = 0$ (bitta ildiz):

$$y = C_1 e^{\lambda x} + C_2$$

3) $D < 0$ ($\lambda_{1,2} = a \pm ib$):

$$y = e^{ax} (C_1 \cos bx + C_2 \sin bx)$$

ERKIN GARMONIK TEBRANMA HARAKAT DIFFERENTIAL TENGLAMASI ECHIMI

$$x'' + \omega^2 x = 0$$

Xarakteristik tenglama: $\lambda^2 + \omega^2 = 0$

$$D = b^2 - 4ac = 0^2 - 4 \cdot 1 \cdot \omega^2 = -4\omega^2 < 0$$

Uning kompleks ildizi

$$\lambda_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = -\frac{0}{2 \cdot 1} \pm \frac{\sqrt{-4\omega^2}}{2 \cdot 1} = \pm i \cdot \omega, \text{ где } i = \sqrt{-1}$$

Bizni xolimizda $a = 0$, $b = \omega$,

shuning uchun uning ychimi

$$x = e^0 (C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

ERKIN GARMONIK TEBRANMA HARAKATDA TEZLIK VA TEZLANISH

Siljish:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

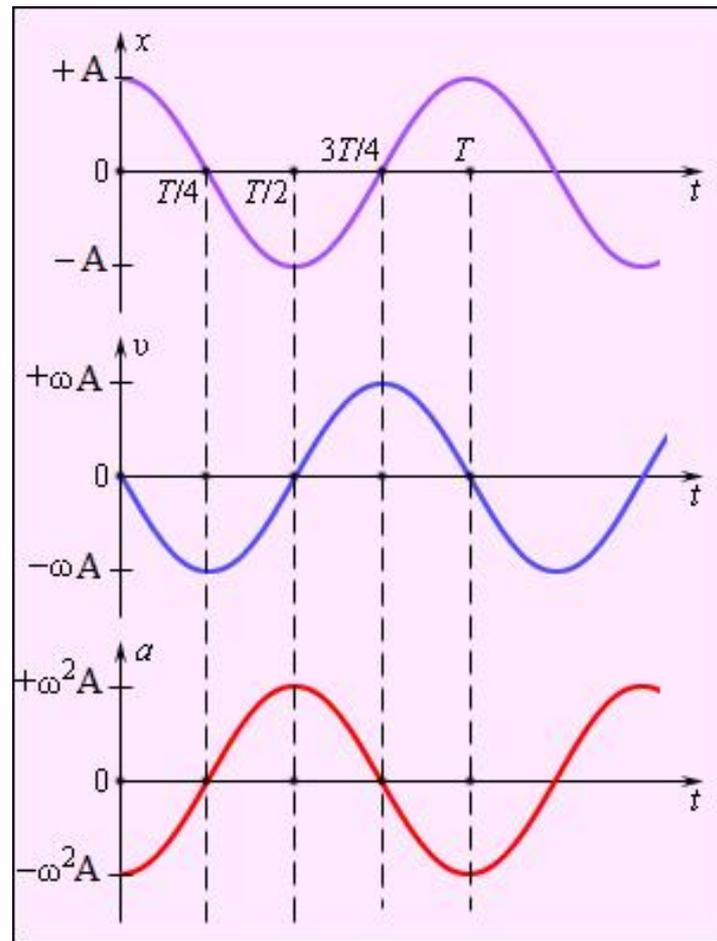
Tezlik:

$$v = x' = \frac{dx}{dt} = -A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Tezlanish:

$$a = v' = \frac{dv}{dt} = A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_{\max} = A\omega, \quad a_{\max} = A\omega^2$$



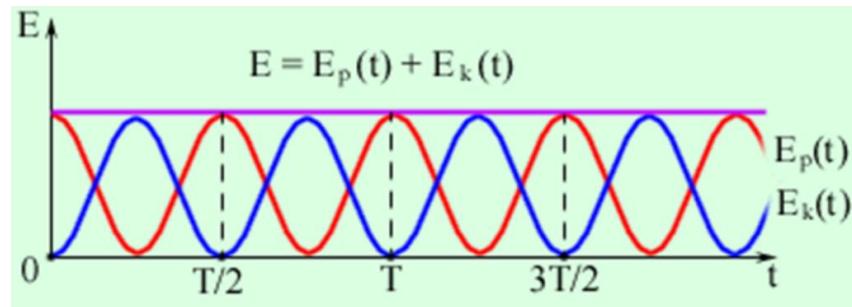
ERKIN GARMONIK TEBRANMA HARAKAT ENERGIYASI

Garmonik tebranma harakat to'liq energiyasi quyidagi ikki tashkil etuvchidan kinetik va potentsial energiyadan iborat bo'ladi

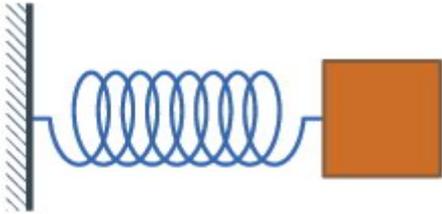
$$E_{\text{ПОЛН}} = E_{\text{К}} + E_{\text{П}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

Maksimal chetga og'ganda $x=A$ potentsial enrgiya maksimum qiymarga erishadi kinetik energiya qiymati esa nolga teng bo'ladi ($v = 0$),u xolda to'la energiya quyidagiga teng bo'ladi

$$E_{\text{ПОЛН}} = \frac{kA^2}{2}$$



SO'NUVCHI GARMONIK TEBRANMA HARAKAT



Kichik tezliklarda

$$F_{\text{тр}} = -rv$$

$$ma = F_{\text{упр}} + F_{\text{тр}} = -kx - rv$$

So'nuvch tebranma harakat bir jinsli differentsial tenglamabilan quyidagicha ifodalanadi:

$$mx'' + rx' + kx = 0,$$

$$x'' + 2\beta x' + \omega_0^2 x = 0$$

bu erda; tebranish hususiy chastotasi $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\beta = \frac{r}{2m} \text{ so 'nishkoeffitsienti}$$

SO'NUVCHI TEBRANMA HARAKAT DIFFERENTIAL TENGLAMASI ECHIMI

$$x'' + 2\beta x' + \omega_0^2 x = 0 \quad (\beta < \omega_0)$$

XARAKTERISTIK TENGLAMA: $\lambda^2 + 2\beta\lambda + \omega_0^2 = 0$

$$D = b^2 - 4ac = (2\beta)^2 - 4 \cdot 1 \cdot \omega_0^2 = 4\beta^2 - 4\omega_0^2 < 0$$

Unig kompleks ildizi

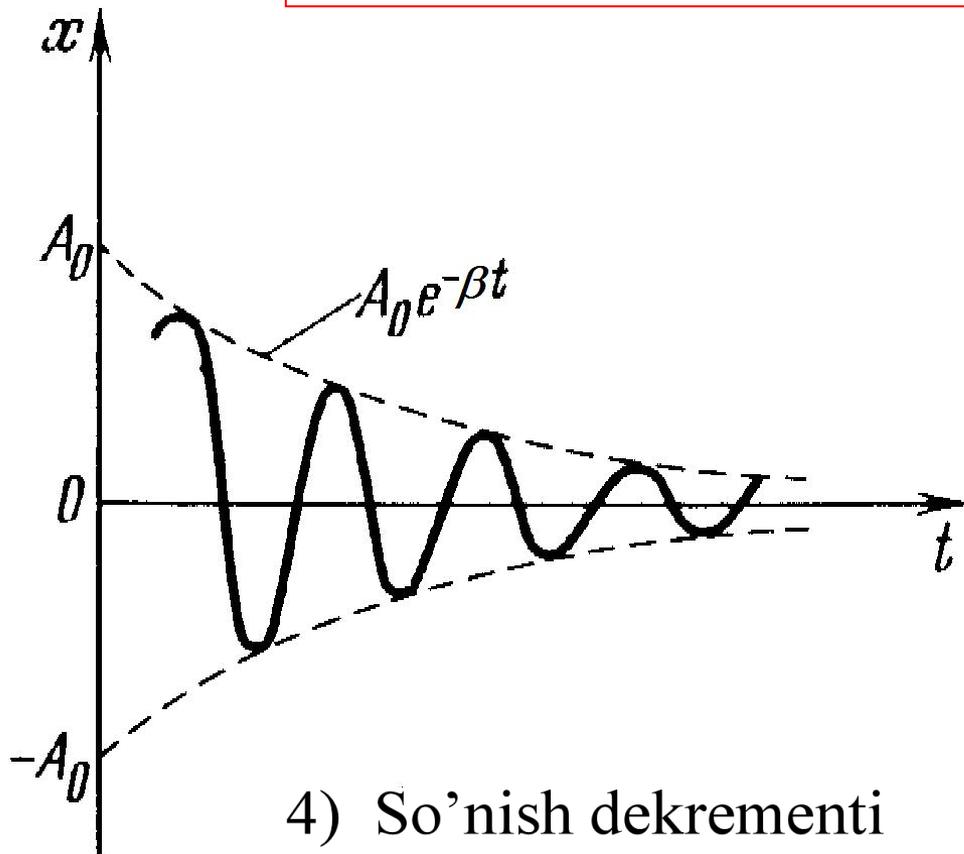
$$\lambda_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = -\frac{2\beta}{2 \cdot 1} \pm \frac{\sqrt{4\beta^2 - 4\omega_0^2}}{2 \cdot 1} = -\beta \pm i \cdot \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2},$$

Quyidagiga ega bo'lamiz, $a = -\beta$, $b = \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$, shuning uchun

$$x = e^{-\beta t} (C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t) = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

GARMONIK SO'NUVCHI TEBRANMA HARAKAT GRAFIGI VA PARAMETRLARI

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



1) Amplituda

$$A = A_0 e^{-\beta t}$$

2) Hususiy chastota

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

3) Tsiklik chastota

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

4) So'nish dekrementi

$$\Delta = \frac{A(t)}{A(t+T)} = \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = e^{\beta T}$$

So'nish dekrementini logarifmik ifodalanishi $\lambda = \ln \Delta = \beta T$

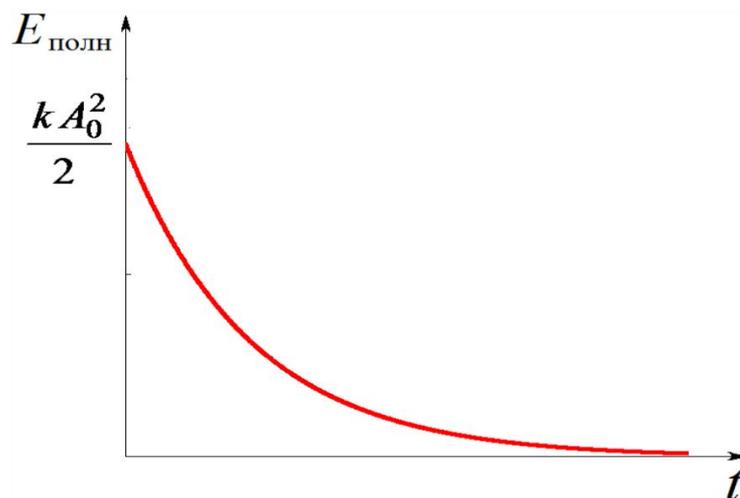
GARMONIK SO'NUVCHI TEBRANMA HARAKAT ENERGIYASI

Garmonik so'nuvchi tebranma harakat to'liq energiyasi

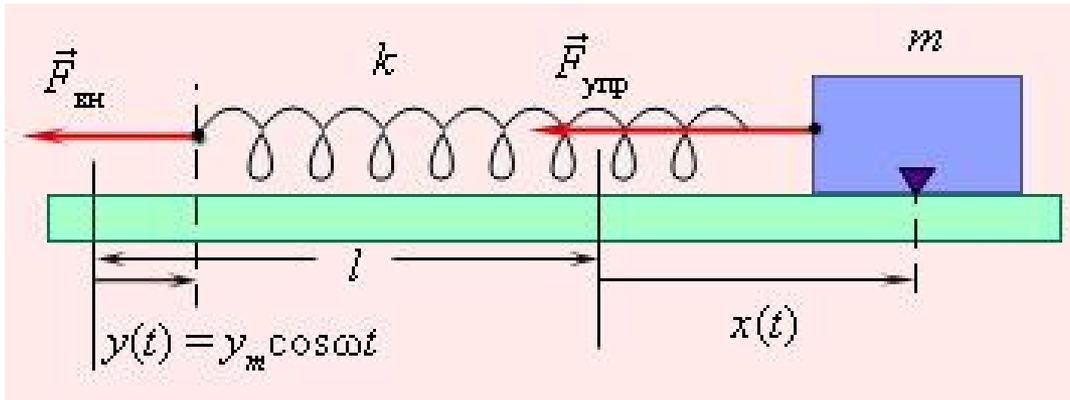
$$E_{\text{ПОЛН}} = E_{\text{К}} + E_{\text{П}} = \frac{kA^2}{2} = \frac{k A_0^2 e^{-2\beta t}}{2} \neq \text{const}$$

Chunki amplituda qiymati quyidagi qonunga binoan kamayadi

$$A = A_0 e^{-\beta t}$$



MAJBURIY TEBRANISH



Majburiy kuch

$$F_B = F_0 \sin \omega t$$

Kuchlar uchun N'yutoning 2 - qonuniga binoan

$$ma = F_B + F_{\text{yirr}} + F_{\text{tr}}$$

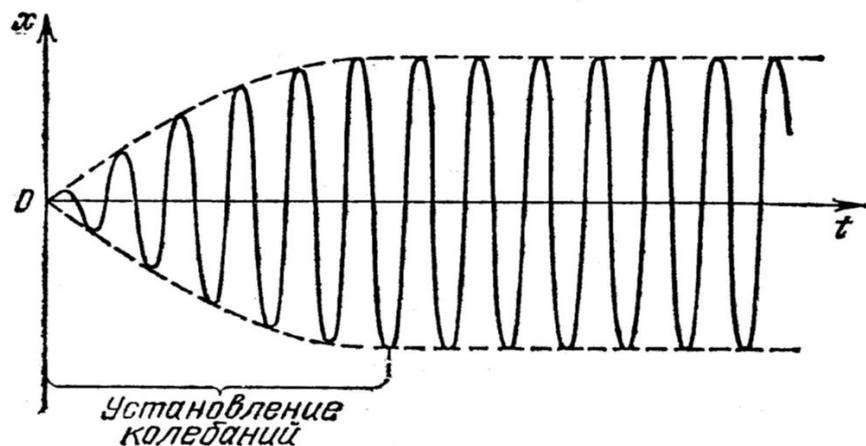
Ikkinchi tartibli differentsial tenglamaga ega bo'lamiz:

$$mx'' + rx' + kx = F_0 \sin \omega t,$$

$$x'' + 2\beta x' + \omega_0 x = f_0 \sin \omega t$$

bu erda $\omega_0 = \sqrt{k/m}$, $\beta = r/(2m)$, $f_0 = F_0/m$

MAJBURIY TEBRANMA HARAKAT DIFFERENTSIAL TENGLASINI ECHIMI

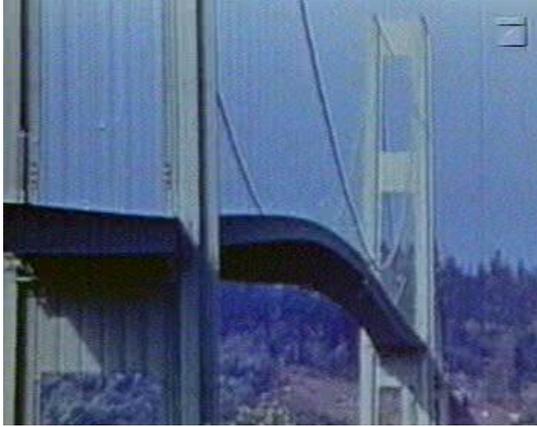


$$x = A \sin(\omega t - \alpha) \quad \text{где}$$
$$A = \frac{f_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}}$$
$$\alpha = \arctg \frac{2\omega\beta}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

REZONANS

Zararli hodisa (например, его нужно учитывать, проектируя мосты, с ним связано вредное действие инфразвука и вибрации)

Foydali hodisa (например, при получении ультразвука или других вынужденных колебаний)



INSON ORGANING AY'RI QISMLARINI HUSUSIY (REZONANS) HASTOSATLARI.

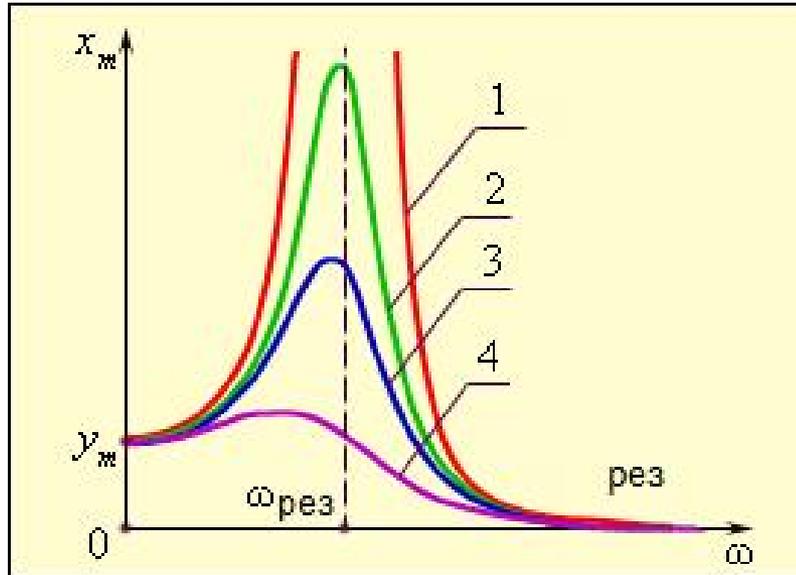
- **20-30 Гц** (резонанс головы)
- **40-100 Гц** (резонанс глаз)
- **0,5-13 Гц** (резонанс вестибулярного аппарата)
- **4-6 Гц** (резонанс сердца)
- **2-3 Гц** (резонанс желудка)
- **2-4 Гц** (резонанс кишечника)

Для уменьшения резонанса применяют **демпферы** – устройства или вещества, увеличивающие коэффициент затухания колебаний.

Хорошие демпферные свойства биологических тканей защищают органы от повреждений при воздействии инфразвука и вибрации достаточно большой амплитуды.

Однако функциональные нарушения могут возникать и под влиянием инфразвука и вибрации даже небольшой амплитуды в связи с наличием резонансных частот у органов.

РЕЗОНАНС НОДИСАИ



При некоторой частоте $\omega = \omega_{\text{рез}}$ амплитуда колебаний A достигает максимальное значение. Это явление называется **резонансом**.

Из необходимого условия экстремума функции $A' = 0$

$$A' = \frac{\partial A}{\partial \omega} = -\frac{f_0(2(\omega_0^2 - \omega^2) \cdot 2\omega + 8\beta^2\omega)}{2\sqrt{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2]}^3} = -\frac{4f_0\omega(\omega_0^2 - \omega^2 + 2\beta^2)}{2\sqrt{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2]}^3} = 0$$

$$\omega_0^2 - \omega^2 + 2\beta^2 = 0 \Rightarrow \omega_{\text{рез}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$$

$$A_{\text{рез}} = \frac{f_0}{2\beta\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}}$$

REZONANS HODISASIGA MISOLLAR

FOYDALI REZONANS

1. Radioni to'qinga sozlash



2. Musiqa asboblardagi rezonatorlar



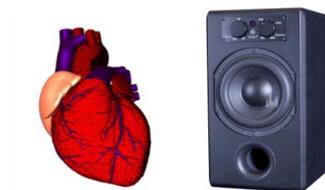
3. Inson qulog'i orqali tovushni qabul qilish

ZARARLI REZONANS

1. Inshootlarni buzilishi



2. Yurak ishiga past chastotali tovushning zararli ta'siri



3. Elektr zanjirida rezonans nuqtalarining ortishi

Tovush to'lqinlari

def **Звук** – это **механические колебания** (волны) **небольшой частоты**, распространяющиеся в **упругих средах** (твёрдых телах, жидкостях и газах).

В газах и жидкостях звук представляет собой **продольные волны**, в твёрдых телах звуковые колебания могут быть и **поперечными**.

Скорость звука меняется в зависимости от типа и состояния среды. Как правило, в газах скорость звука меньше, чем в жидкостях, а в жидкостях – меньше, чем в твёрдых телах.

$$c = v_{\text{воздух}} = 330 \text{ м/с}$$

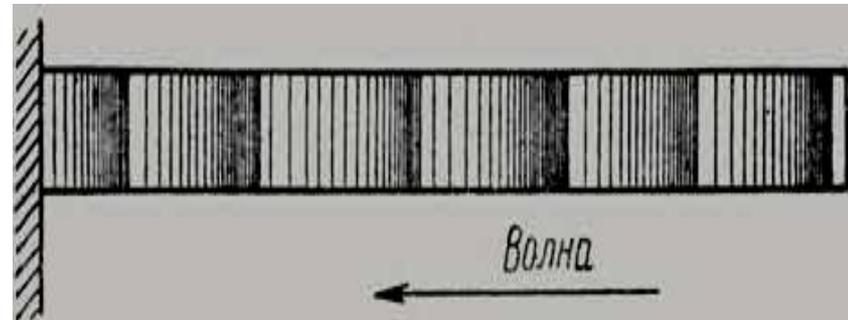
МЕХАНИК ТО'ЛQINLAR

То'лqин – возмущение (изменение состояния) среды, распространяющееся в ней и несущее с собой энергию, без переноса вещества.

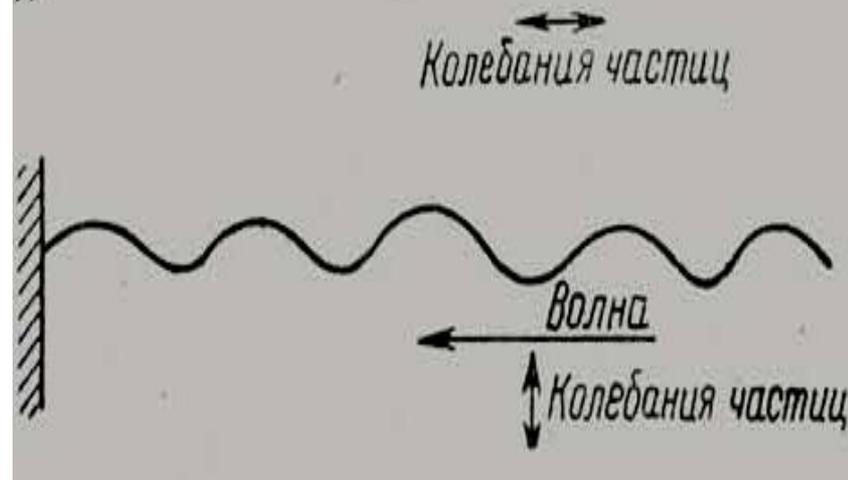
Упрощенное определение: волна – это распространение энергии колебаний в пространстве.

При распространении механической волны каждая частица среды колеблется около своего положения равновесия (никуда не распространяется).

Если колебания частиц среды происходят в направлении распространения волны, то такая волна является **ПРОДОЛЬНОЙ**.



Если колебания частиц среды происходят в направлении, перпендикулярном к направлению распространения волны, то такая волна является **ПОПЕРЕЧНОЙ**.



TO'LQIN PARAMETRLARI

1. **Xuddi tebranishlar bilan bir xil** (amplituda, siljish, davr, chastota, faza).

2. TO'LQIN XARAKTERISTIKALARI:

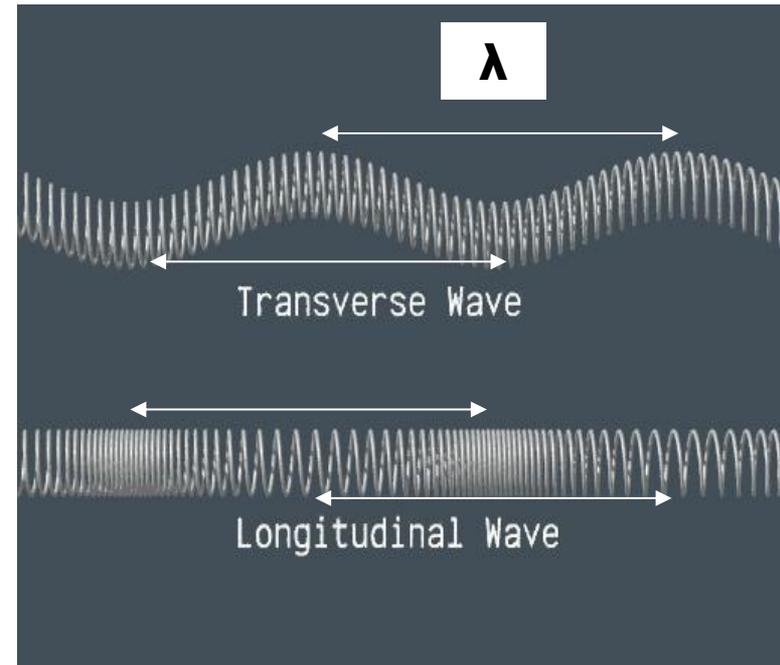
А. **Tezlik** – расстояние, на которое переносится энергия за единицу времени.

Б. **To'lqin uzunligi λ** - расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе.

$$\lambda = T \cdot \nu = \frac{v}{\nu}$$

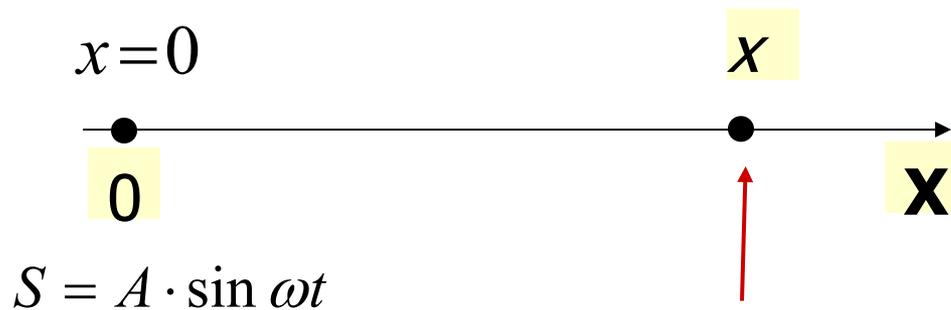
В. **To'lqin intensivligi** - энергия, которая переносится через единицу площади поперечного сечения за единицу времени. Измеряется в **Ватт/м²**:

$$I = \frac{\Phi}{S} = \frac{E}{t \cdot S}$$



Г. **To'lqin fronti** – геометрическое место точек, колеблющихся в одной фазе. Волна бывает *сферическая, полусферическая, плоская волна*.

YASSI TO'QIN TENGLAMASI



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

TOVUSH– механическая продольная волна.

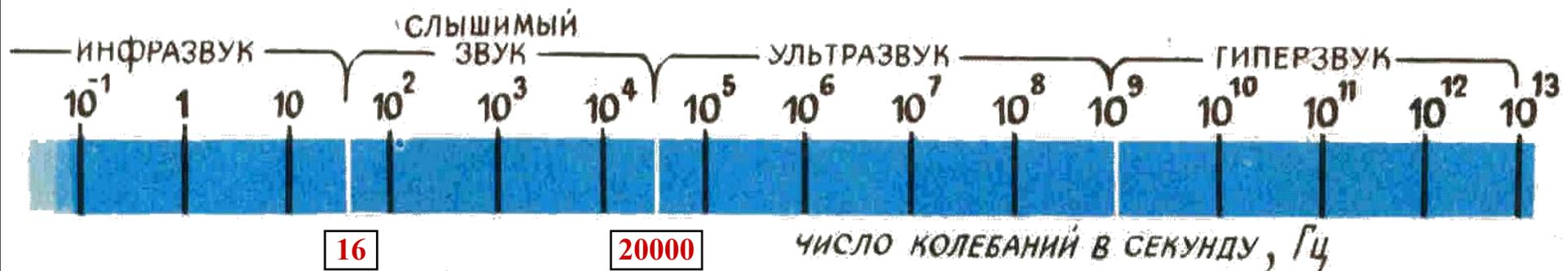
Скорость распространения зависит от плотности среды и температуры

Как и для света (электромагнитная волна) для звука характерны явления: 1. интерференции и 2. дифракции

Звуки, как и свет, могут отражаться от границы раздела двух сред и проходить во вторую среду, преломляясь, то есть изменяя направление.

TOVUSHLAR KLASSIFIKATSIYASI

CHASTOTA BO'YICHA



СЛЫШИМЫЕ ЗВУКИ

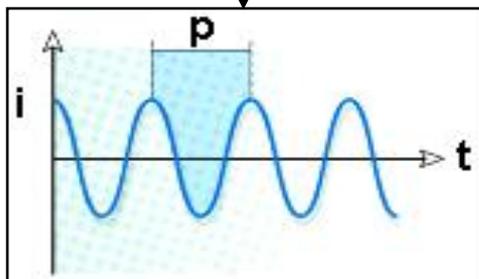
TONS

(davriy jarayonlar)

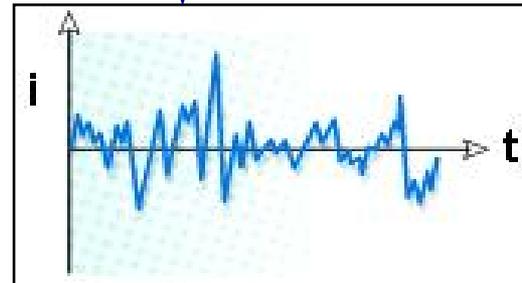
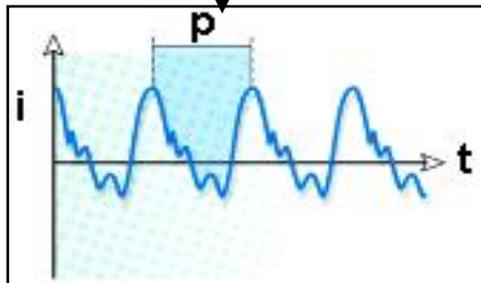
Shovqin

(takrorlanmaydigan vaqtga bog'liq tovushlar)

GARMONIK (ODDIY) TONS



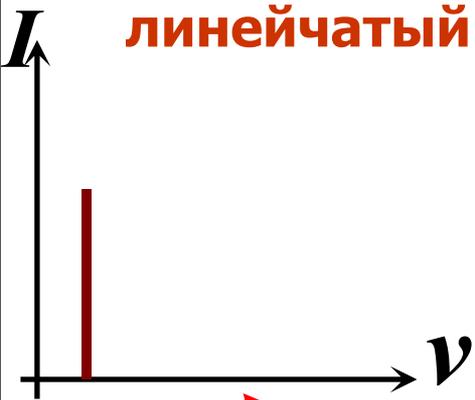
GARMONIK BO'LMAGAN (MURAKKAB) TONS



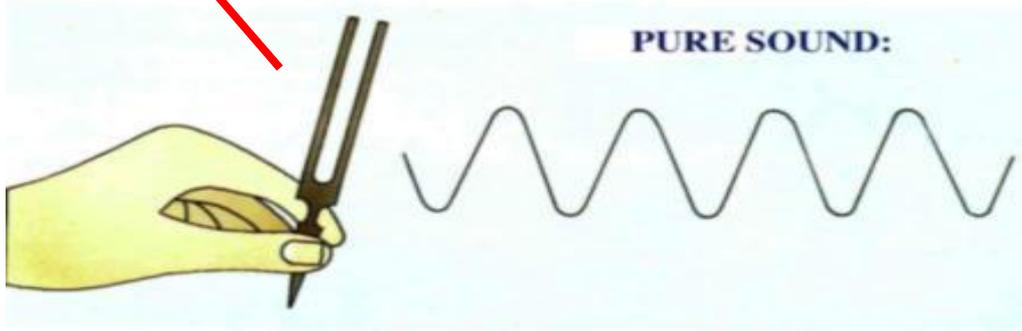
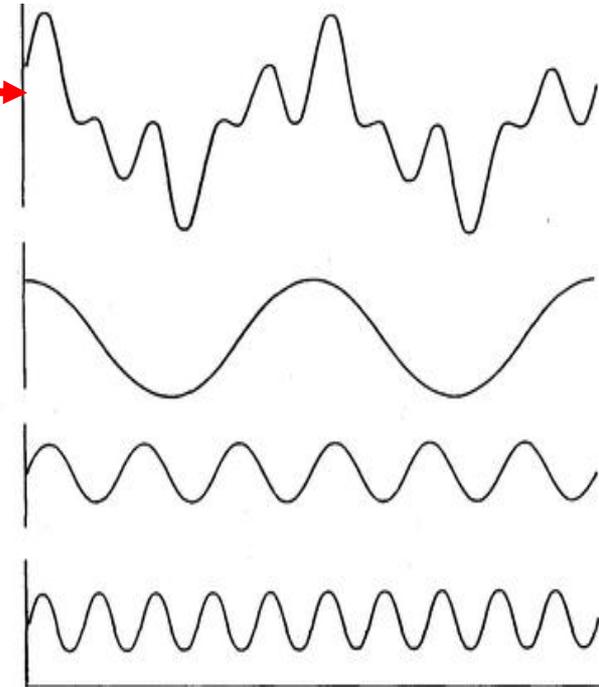
АКУСТИЧЕСКИЙ СПЕКТР ЗВУКА -

диаграмма, отражающая частоту тонов, входящих в состав звука, и соответствующие им интенсивности.

СПЕКТР ПРОСТОГО ТОНА
линейчатый

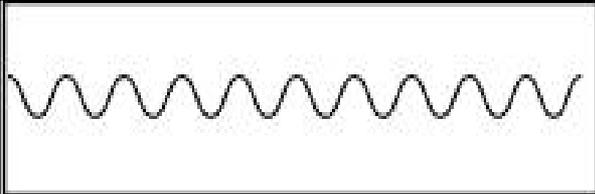


СПЕКТР СЛОЖНОГО ТОНА
линейчатый



СПЕКТР ШУМА
сплошной

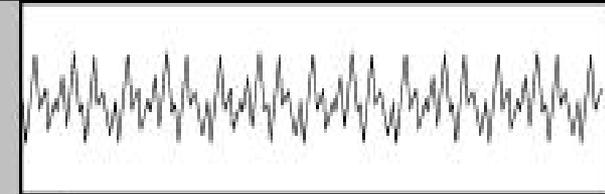




Камертон



Труба, «си-бемоль»



Гобой



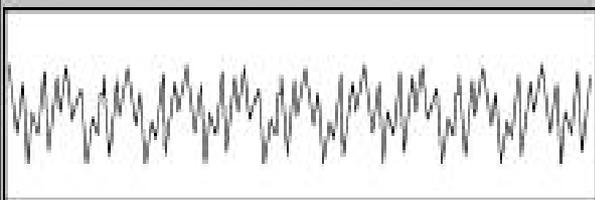
Скрипка, открытая струна «ля»



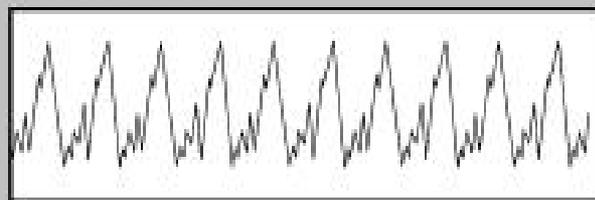
Фортепиано



Кларнет, «ля»



Альт, открытая струна «ля»



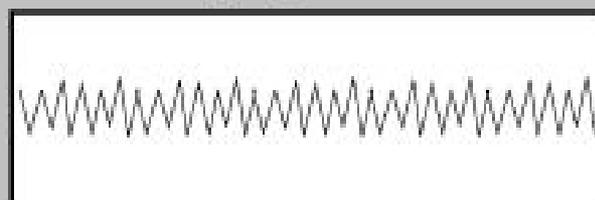
Альт-саксофон, «ми-бемоль»



Орган, труба открытого диапазона



Флейта



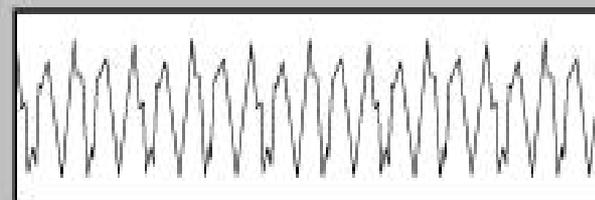
Сопрано



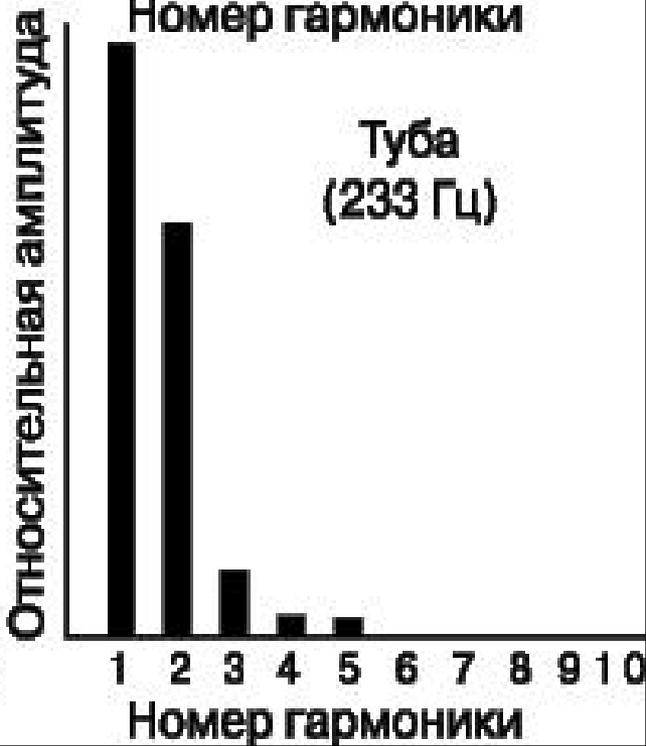
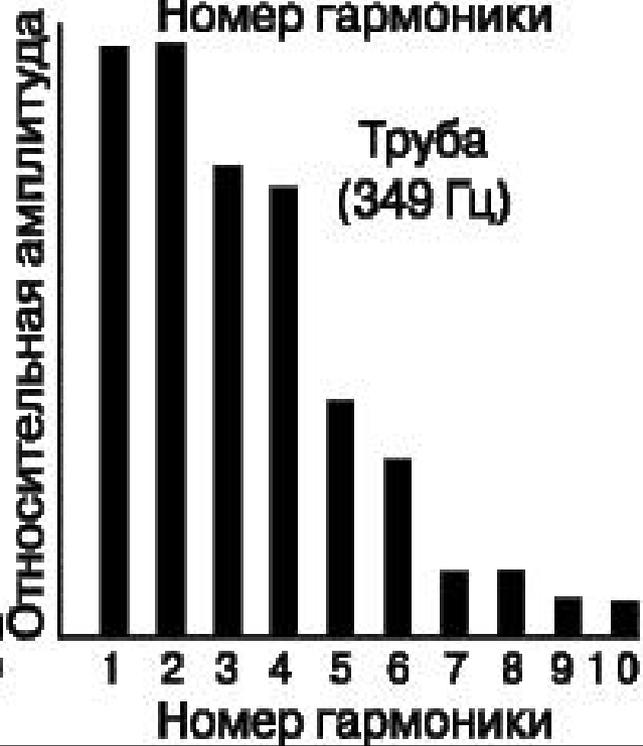
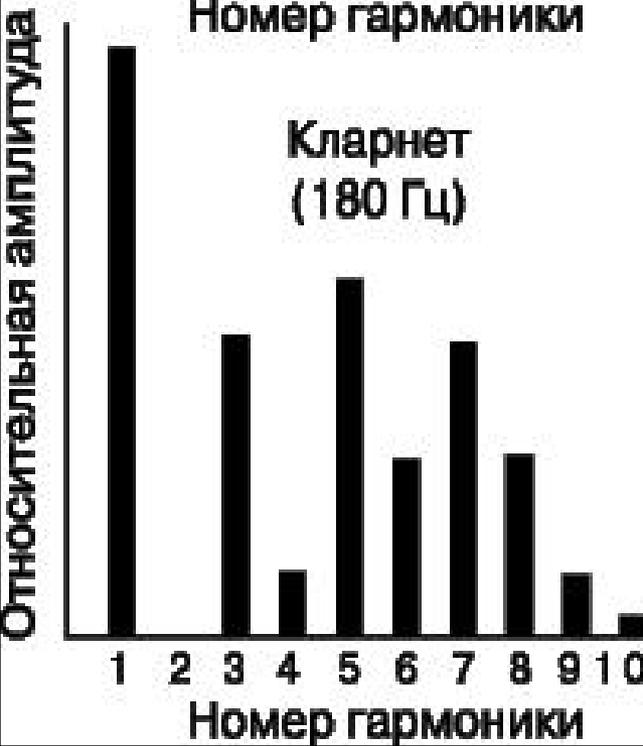
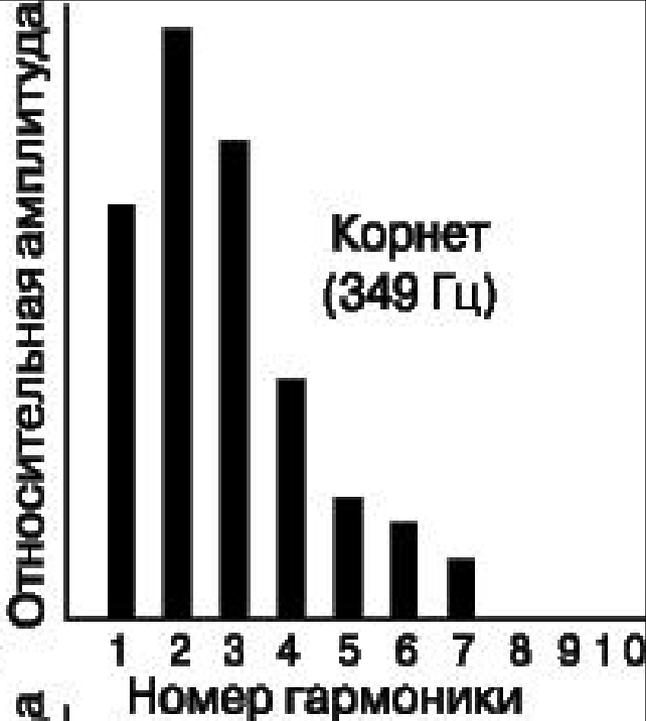
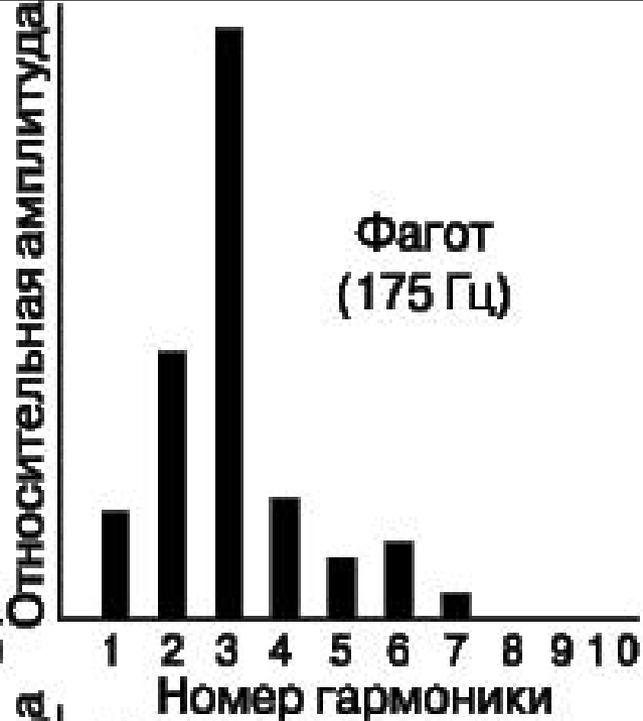
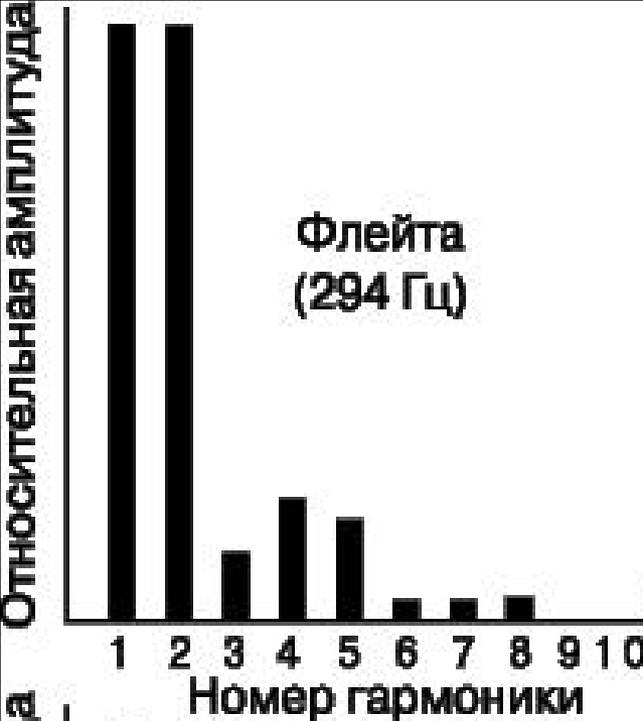
Меццо-сопрано



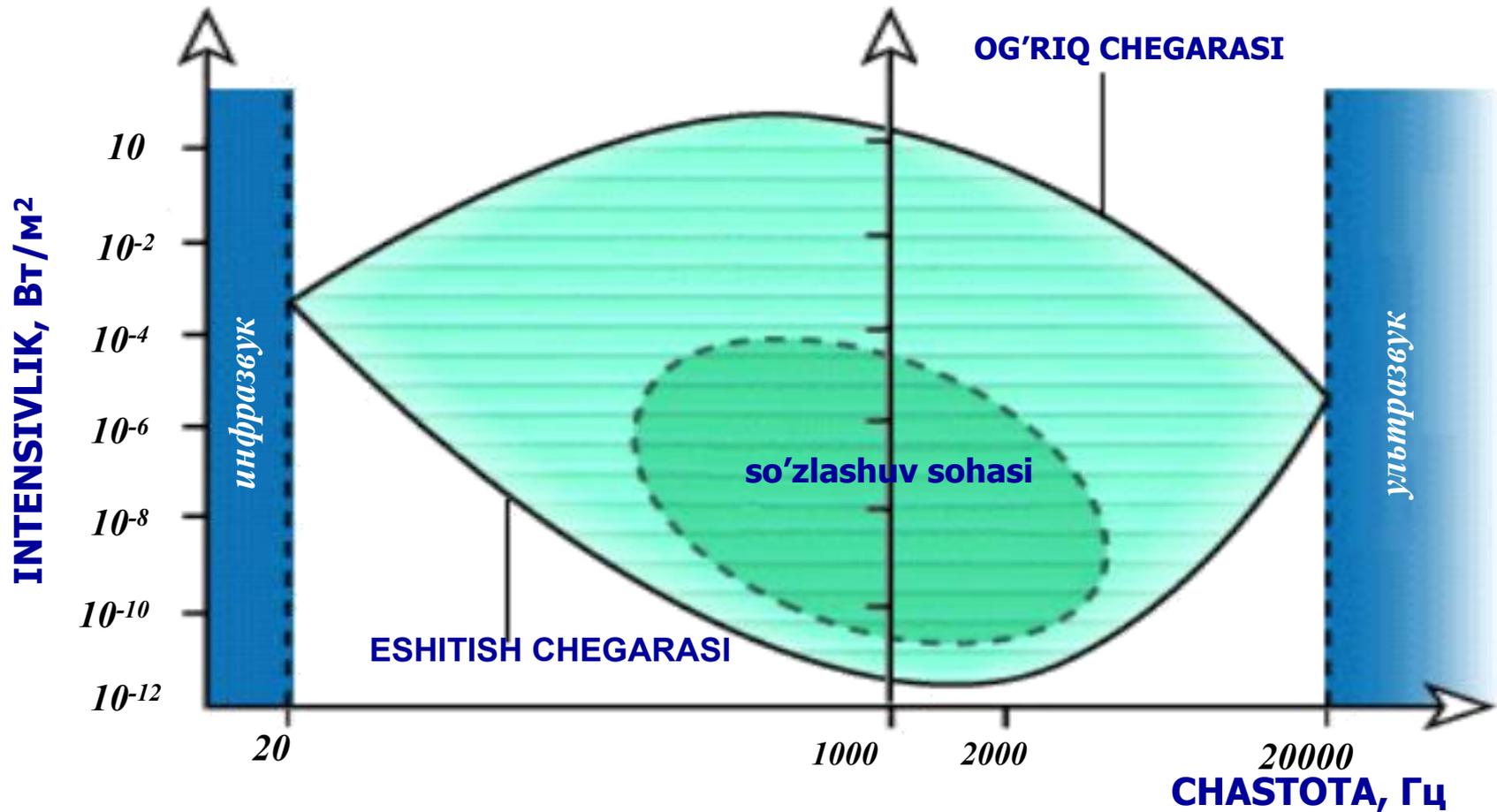
Контральто



Тенор



ESHITISH SOHASI - odam eshitishi mumkin bo'lgan tovushlarning chastotalari va intensivligi diapazoni.



Eshitish chegarasi - bu eshitish sezgilarini keltirib chiqaradigan tovushning minimal intensivligi (turli chastotalar uchun farq qiladi). Ovoz uchun 1000 Hz 10^{-12} Вт/м^2 ga teng

Og'riq chegarasi - bu og'riqni keltirib chiqaradigan minimal tovush intensivligi. Ovoz uchun 20,000 Hz 10 Вт/м^2 ga teng

TOVUSHNING OB'EKTIV VA SUB'YKTIV XARAKTERISTIKALARI

FIZIK (to'lqin rarametrlarini ob'ektivligi)

FIZIOLOGIK (субъективные, параметры ощущения)

CHASTOTA

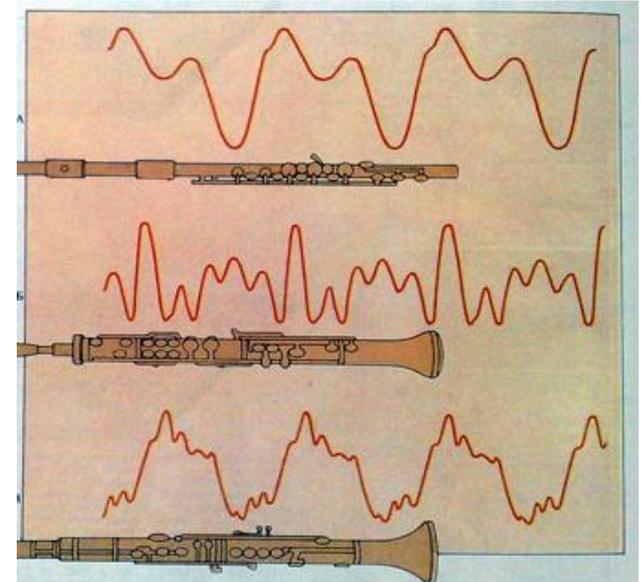
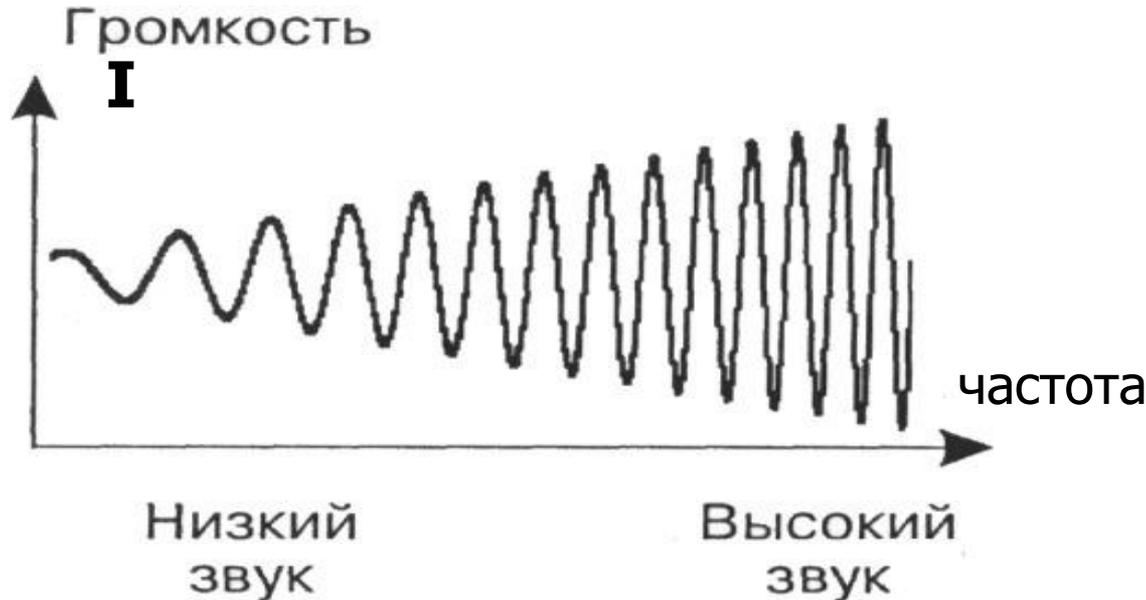
ВЫСОТА

INTENSIVLIK

овоз balandligi

SPEKTR

ТЕМБР



TOVUSHNING ASOSIY XARAKTERISTIKALARI

Tovush intensivligi - vaqt birligida birlik maydoniga tushgan tovush to'lqinining energiyasi.

$$I = \frac{W}{St} \quad [I] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \text{с}} = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Umov vektori to'lqin tarqalish yo'nalishini ko'rsatadi va to'lqin tarqalishiga perpendikulyar birlik sirt maydoni orqali vaqt birligida o'tkaziladigan energiya miqdoriga teng.

$$\vec{I} = \frac{W}{V} \vec{v} = w\vec{v},$$

TOVUSHNING ASOSIY XARAKTERISTIKALARI

Ovoz intensivligi darajasi

$$L_B = \lg \frac{I}{I_0}$$

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

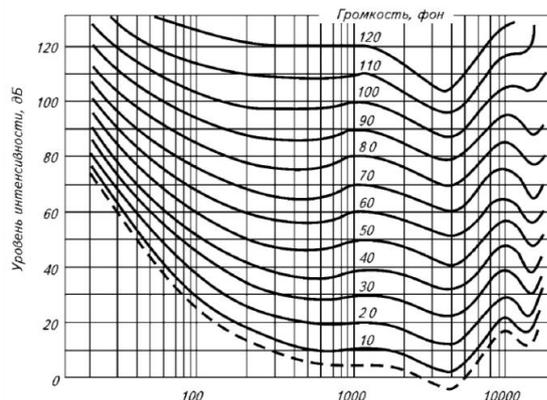
обратная зависимость :

$$I = I_0 \cdot 10^{L/10}$$

$[L_B] = \text{Б (бел)}$ $[L] = \text{дБ (децибел)}$

Tovushning balandligi - bu ma'lum bir tovush uchun tovush hissini tavsiflovchimiqdor.

$$[E] = \Phi_{OH}$$



Teng ovoz balandligi egri chiziqlari

VEBER-FEXNER QONUNI

Geometrik progressiyadagi tirnash xususiyati (intensivlik) ortishi arifmetik progressiyada uning sezuvchanligi (balandligi) kuchayishiga olib keladi.

$$E = k \lg \frac{I}{I_0}$$

bu erda proportsionallik koeffitsienti k kompleks tarzda tovushning chastotasi va intensivligiga bog'liq (shartli ravishda 1 kHz chastotada $k = 1$ deb hisoblanadi).

Примерный характер звука	Интенсивность звука, Вт/м ²	Звуковое давление, Па	Уровень интенсивности звука относительно порога слышимости, дБ
Порог слышимости	10 ⁻¹²	0,00002	0
Разговор: тихий	10 ⁻⁸	0,002	40
нормальный	10 ⁻⁷	0,0064	50
громкий	10 ⁻⁶	0,02	60
Крик	10 ⁻⁴	0,2	80

Ovoz intensivligi ko'pincha intensivlik darajasi (L) deb ataladigan logarifmik birliklarda ifodalanadi. :

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, [\text{Белл}]$$

I – интенсивность любого звука

I_0 – intensivlik chegarasi (eshitish chegarasi)

1Белл=10 децибелл (дБ)

Такой логарифмической шкале соответствует **закон Вебера-Фехнера**, который связывает громкость звука с интенсивностью звукового раздражения: **если интенсивность звука (раздражения) I изменяется в геометрической прогрессии ($I, I^2, I^3 \dots$), то сила соответствующего звукового ощущения E изменяется в арифметической прогрессии ($E, 2 \cdot E, 3 \cdot E \dots$) .**

E - ovoz balandligi

k – turli chastotali tovushlar uchun proportsionallik koefitsientii

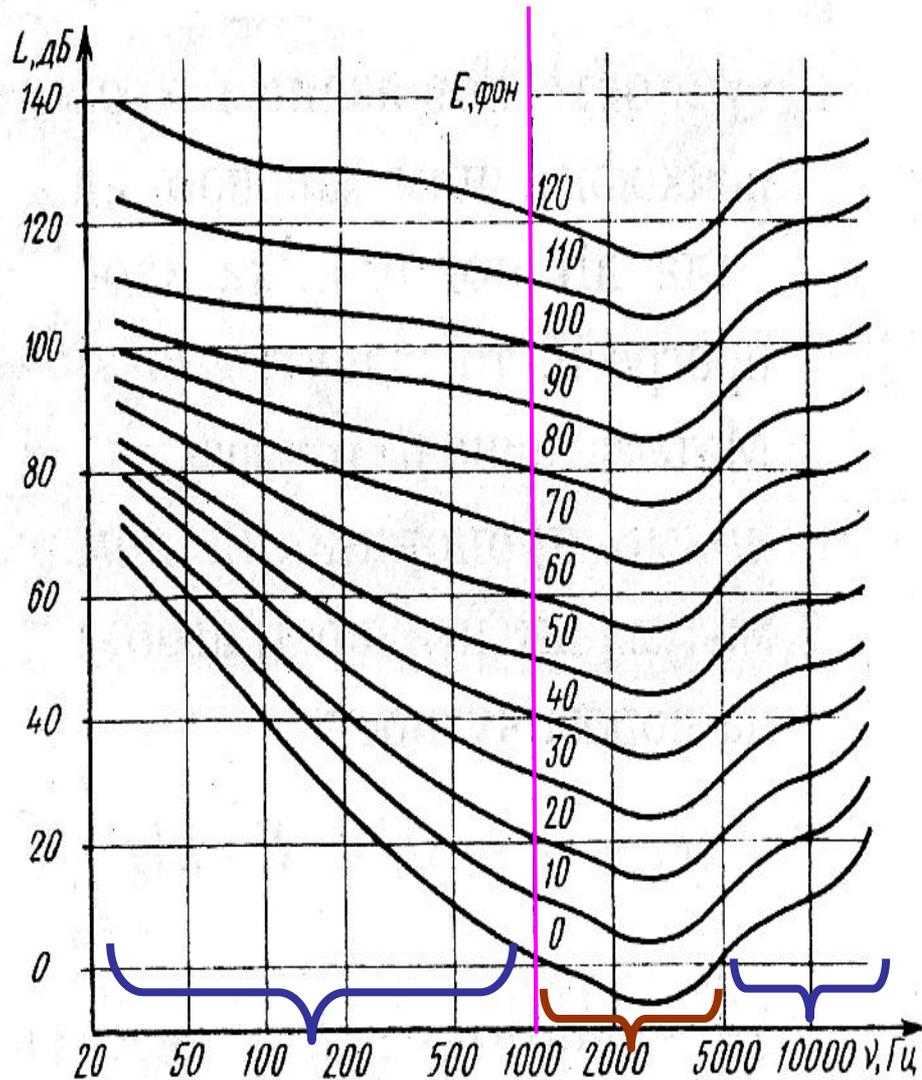
$k=1$ (shartli) 1000 Гц tovush uchun

$$E = k \cdot 10 \lg \frac{I}{I_0}, [\Phi_{OH}]$$

$k < 1$ – 1000 Гцs dan kam eshitaladigan tovushlar uchun;

$k > 1$ ko'proq eshitaladigan tovushlar uchun

КРИВЫЕ РАВНОЙ ГРОМКОСТИ



По абсциссе – частота звуков (Гц)

По ординате – уровень интенсивности звуков (дБ)

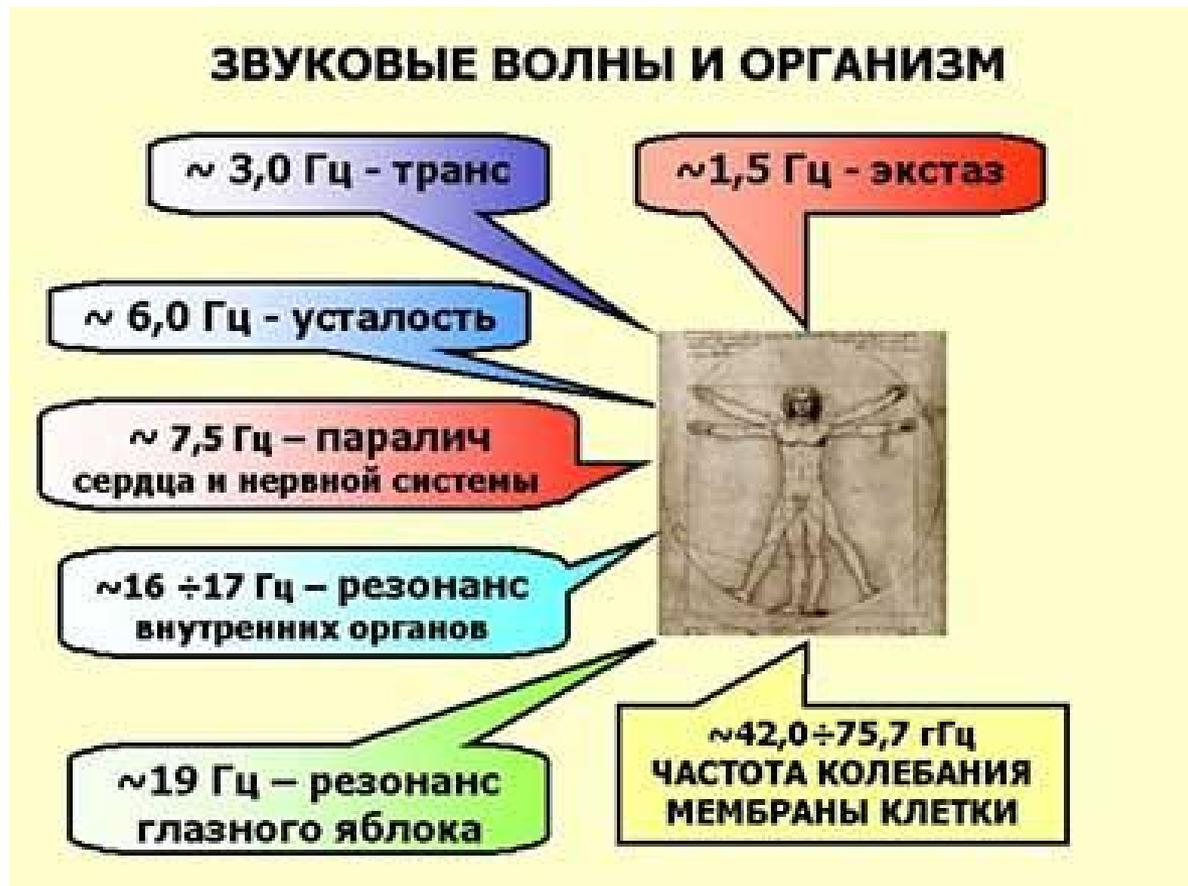
Каждая кривая соответствует определённой громкости звуков разных частот (фоны)

Для звуков частотой 1000 Гц шкала в фонах совпадает со шкалой в дБ.

Поднятие каждой кривой выше уровня прохождения кривой для 1000 Гц, означает уменьшенную чувствительность слуха к звукам этих частот.

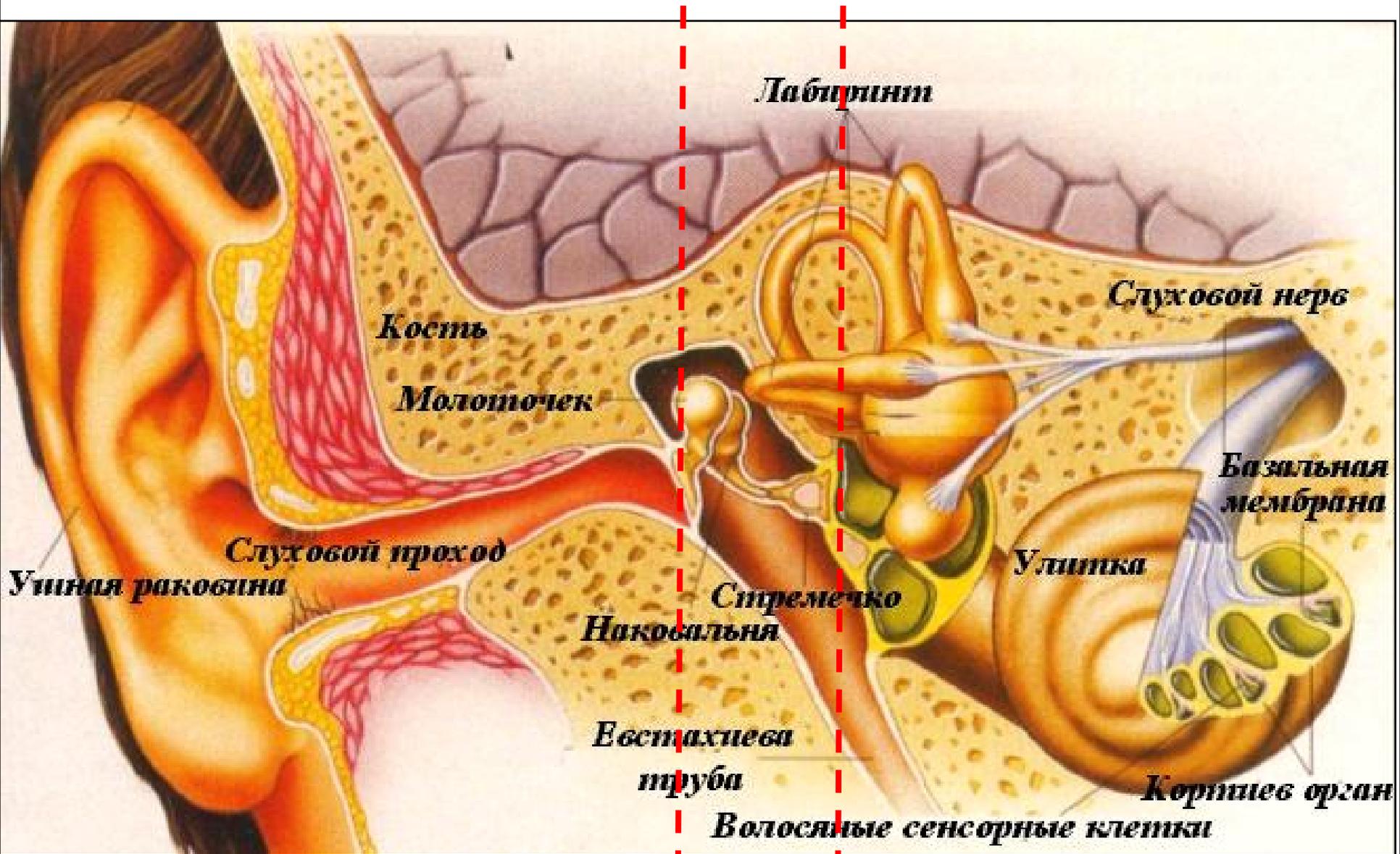
Опускание каждой кривой ниже уровня прохождения кривой для 1000 Гц, означает повышенную чувствительность слуха к звукам этих частот.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗВУКА НА ЧЕЛОВЕКА



Чрезвычайно вредным для человека (особенно молодого) является тяжелая рок-музыка

INSON ESHITISH ORGANING TUZILISHI

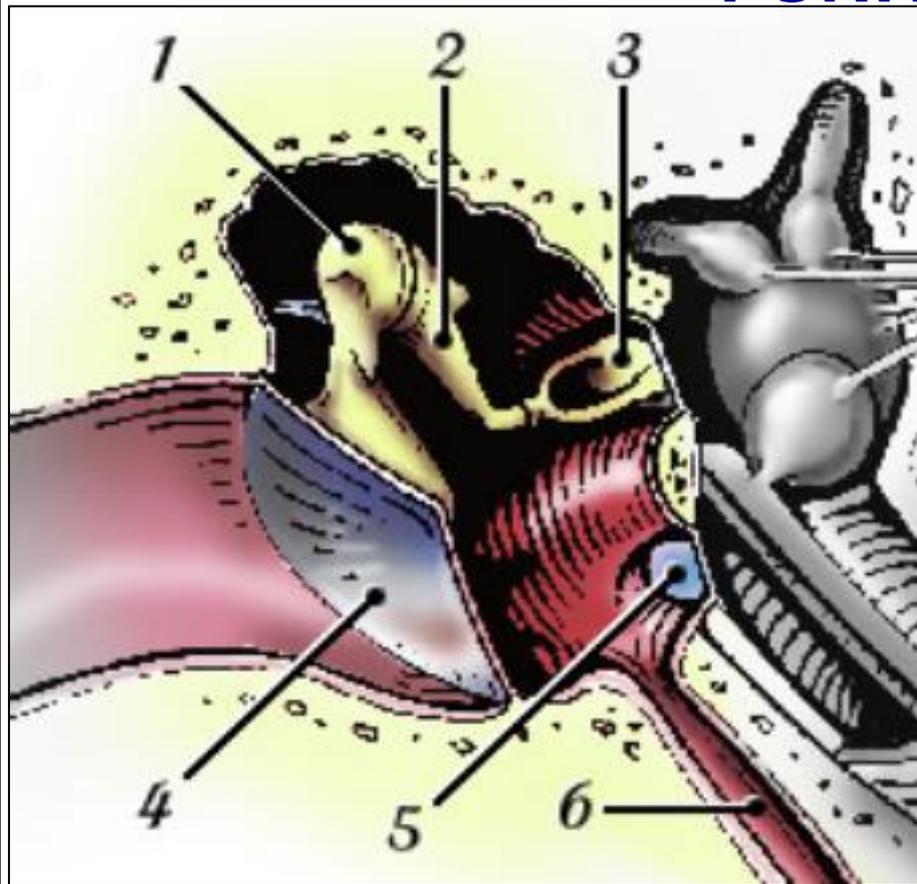


QULOQNI TASHQI QISMI

QULOQNI O'RTA QISMI

QULOQNI ICHKI QISMI

QULOQNI O'RTA QISMINING TUZILISHI VA FUNKTSIYASI



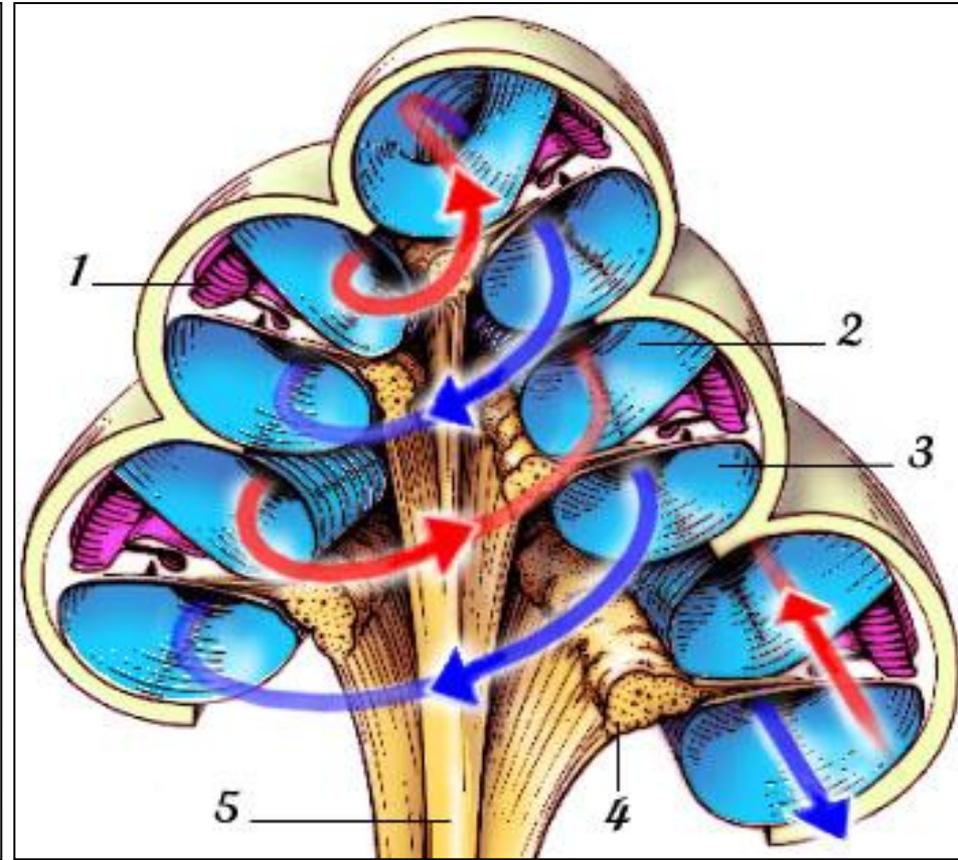
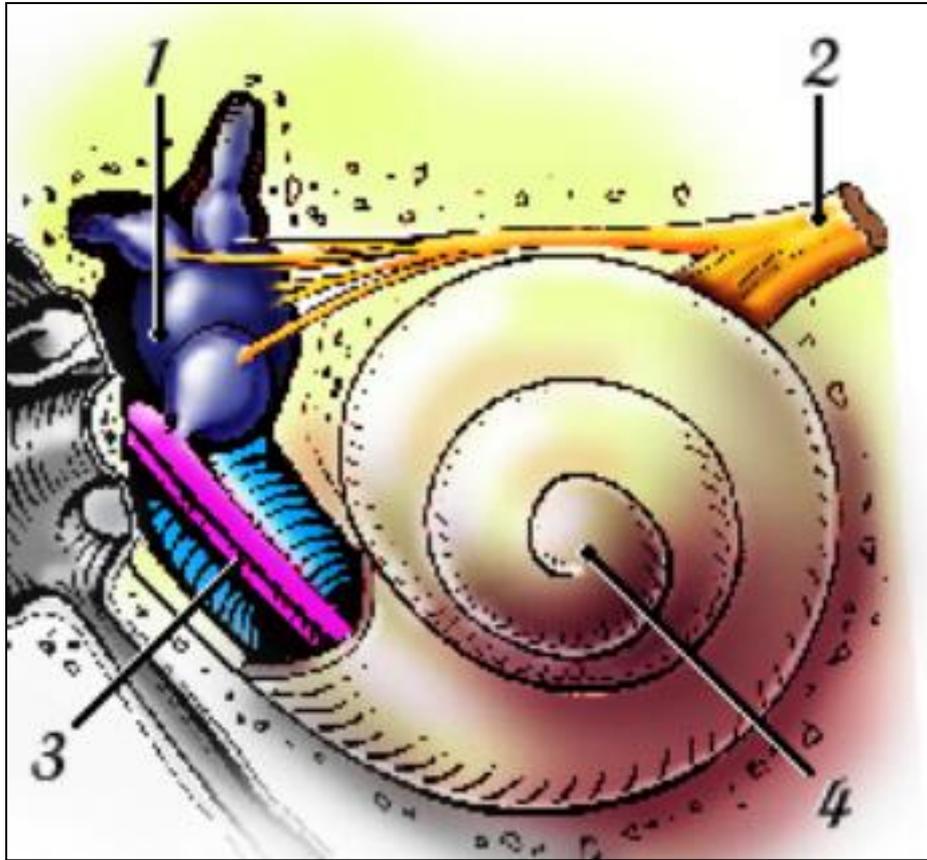
**1 – молоточек; 2 – наковальня;
3 – стремечко; 4 – барабанная
перепонка; 5 – круглое окно;
6 – евстахиева труба**



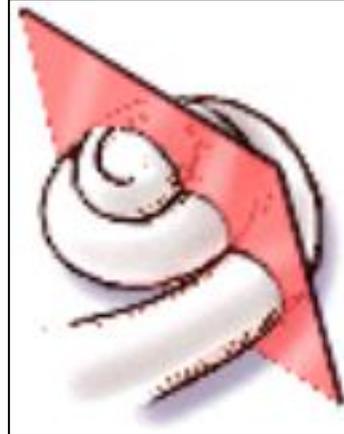
Quloqni o'rta qismidagi suyakchalar - это система рычагов силы, которая позволяет передать колебания из воздушной (легко сжимаемой) среды наружного уха в жидкую (тяжело сжимаемую) среду внутреннего уха.

В среднем ухе усиление звукового воздействия осуществляется также благодаря тому, что площадь овального окна снижена по сравнению с площадью барабанной перепонки.

QULOQNI ICHKI QISMNING TUZILISHI



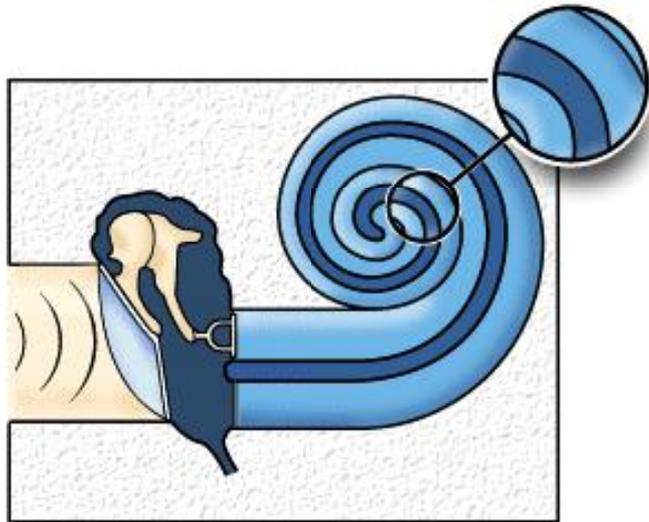
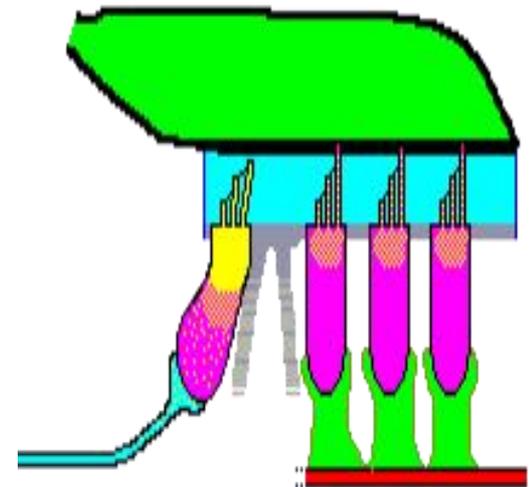
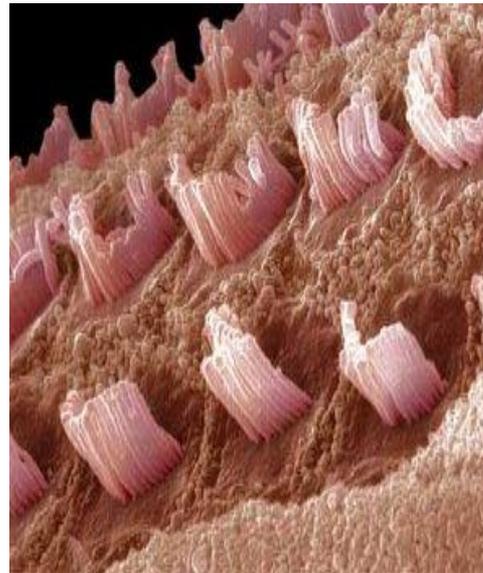
- 1 – вестибулярный аппарат;
- 2 – слуховой нерв;
- 3 – каналы улитки;
- 4 – улитка



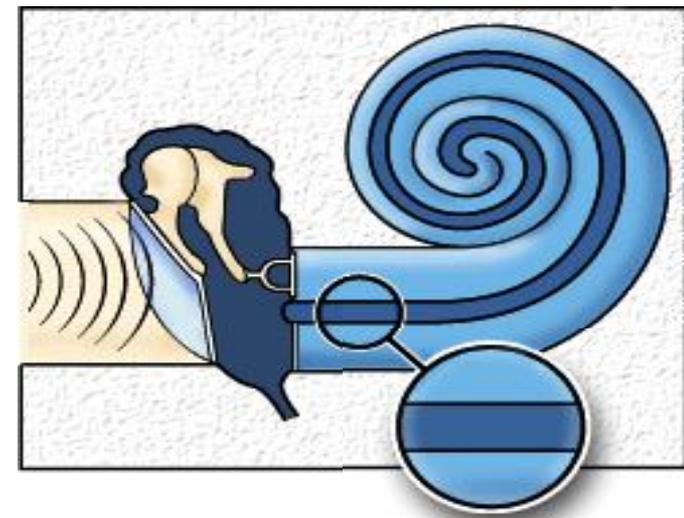
- 1 – средний канал, содержащий кортиев орган;
- 2 – вестибулярный канал;
- 3 – барабанный канал;
- 4 – спиральные ганглии;
- 5 – слуховой нерв

QULOQNI ICHKI QISMINING FUNKTSIYASI

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 вершечной части улитки под воздействием звуков низкой частоты.



колебание основания улитки под воздействием звуков высокой частоты.

АУДИОМЕТРИЯ

- комплекс методов исследования остроты слуха путём предъявления человеку стандартизированных по частоте и интенсивности звуков.

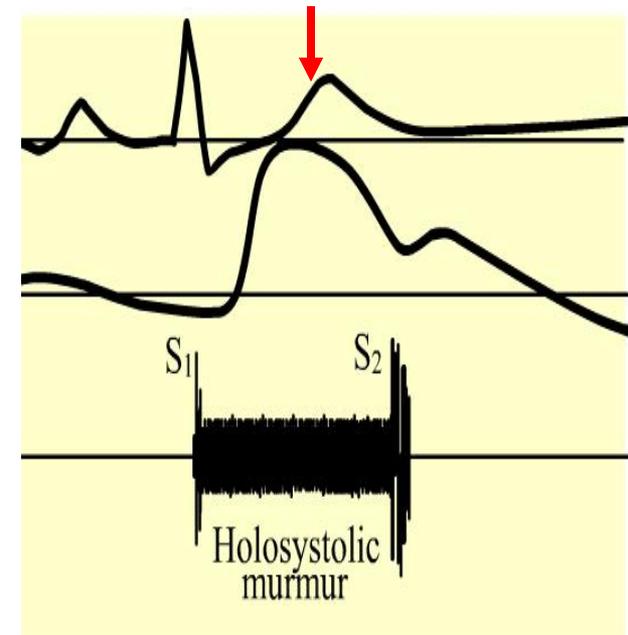
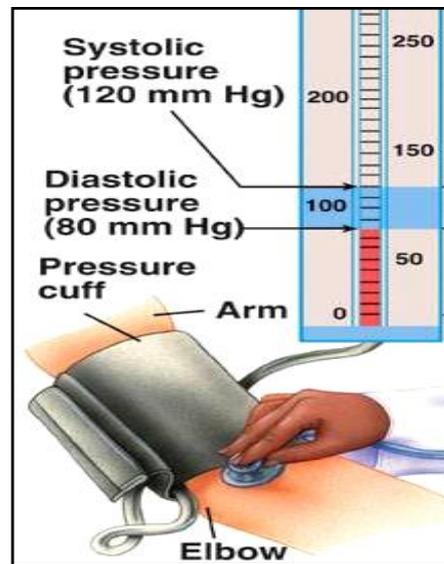
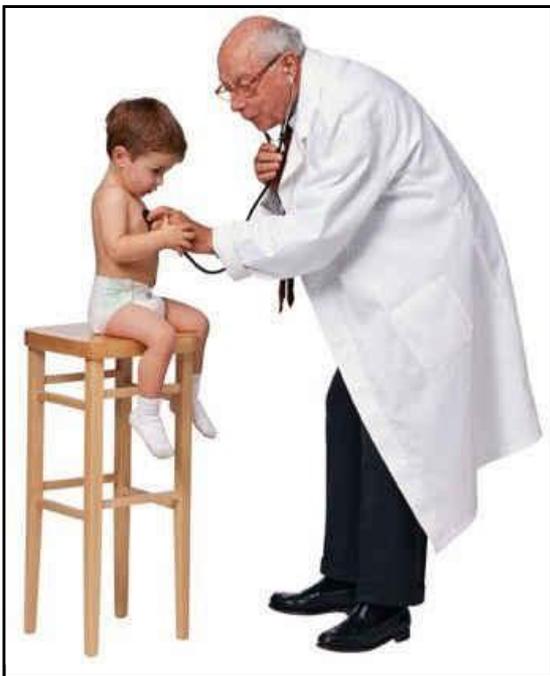
1. Шёпотной речью;
2. с помощью камертонов;
3. с помощью аудиометра.

Аудиометр – прибор, генерирующий электрические колебания разных частот с регулируемой интенсивностью.



От аудиометра колебания передаются обследуемому через наушники, в которых они преобразуются в звуки (простые тоны).

Определяют **пороги слышимости** (минимальные интенсивности, вызывающие слуховые ощущения) звуков различных частот для каждого уха и получают **аудиограмму**.



ULTRATOVUS VA UNING OLISH USULLARI

Ultratovush – chastotasi 20 000 Gts dan ortiq bo'lgan elastik bo'ylama mexanik to'lqindir. To'lqin chastotasining kvadratiga to'g'ridan-to'g'ri proporsional bo'lganligi sababli u yuqori intensivlikka ega bo'lishi mumkin.

$$I = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 \nu$$

I – int ensivlik

ρ – zichlik

ω – chastota

A – amplituda

ν – tezlik

Ultratovushni olish usullari:

Teskari piezoelektrik effekt - piezoelektrik kristallga o'zgaruvchan elektr maydoni ta'sir qilganda ultratovush (200 kHz dan ortiq) paydo bo'lishi.

$$E = E_{\max} \cdot \cos \omega t$$

Magnitostriktiv usul - ferromagnitga o'zgaruvchan magnit maydon ta'sirida ultratovushning paydo bo'lishi (200 kHz gacha).

$$H = H_{\max} \cdot \cos \omega t$$

ULTRATOVUS TARQALISH XUSUSIYATLARI

1. Yuqori chastotaga ega, ya'ni qisqa to'lqin uzunligi. Shuning uchun u kam diffraktsiyaga duchor bo'ladi va shuning uchun tor va yo'naltirilgan nurlarda tarqala oladi.
2. Ultratovushning intensivligi maxsus akustik linzalar bilan oshirilishi mumkin.

3. На границе между средами часть УЗ волн отражается. Коэффициент отражения УЗ зависит от соотношения акустических импедансов (сопротивлений) сред.

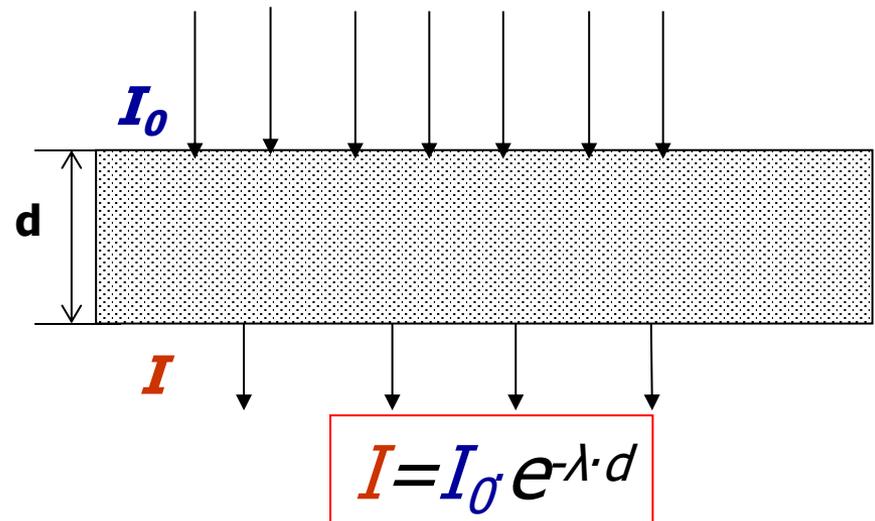
Акустический импеданс среды

$$Z = v \cdot \rho$$

Коэффициент отражения УЗ

$$k = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2$$

4. Часть УЗ волн проходит во вторую среду, частично поглощается в ней, и выходит наружу.



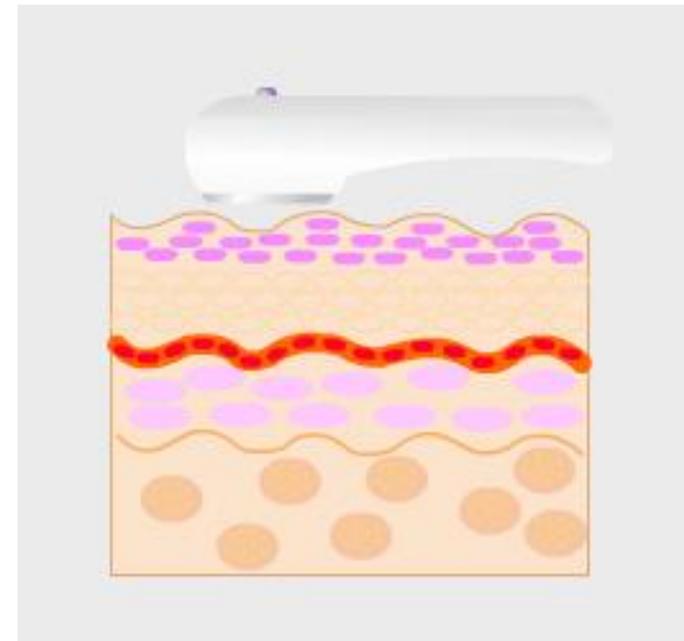
Относительно низкочастотный УЗ лучше поглощается.

ПЕРВИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА

А. механическое действие (вызывает колебания частиц и явление **кавитации** – образования в жидкости пузырьков, заполненных воздухом, которые «схлопываются», выделяя значительные количества энергии).

Б. тепловое действие (связано с превращением механической энергии колебания частиц в тепловую энергию, а также выделением теплоты при кавитации).

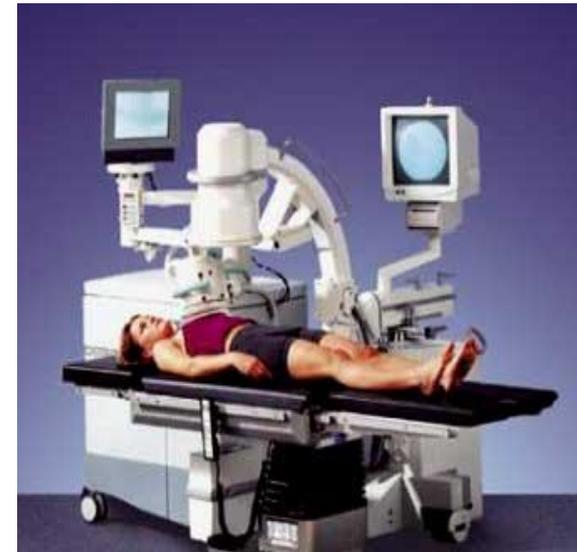
В. физико-химическое действие (ускорение физических и химических процессов из-за механического перемешивания и повышения температуры).



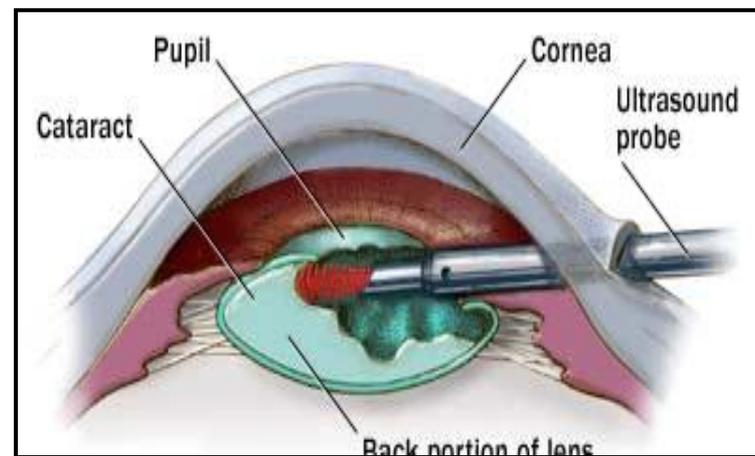
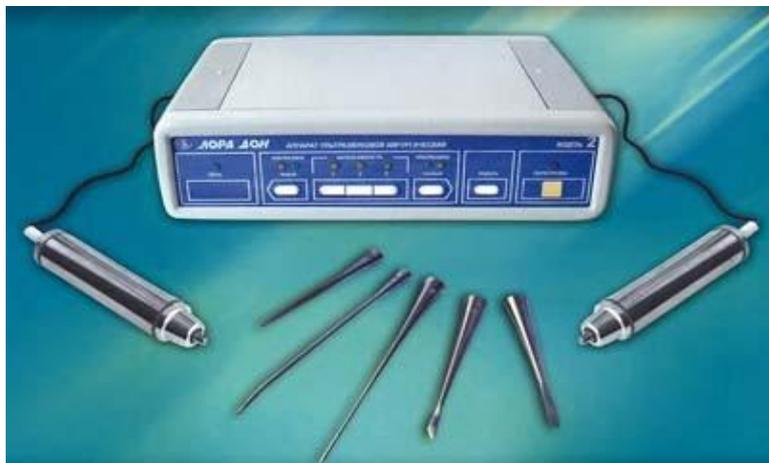
- 1. В диагностике** применяют УЗ малой интенсивности (до $0,1 \text{ Вт/см}^2$), который не оказывает биологического действия.
- 2. В ультразвуковой физиотерапии** применяют УЗ средней интенсивности (до 1 Вт/см^2). Имеет позитивные биологические эффекты.
- 3. В ультразвуковой хирургии** применяют УЗ высокой интенсивности (свыше 3 Вт/см^2). Оказывает разрушающее действие.

ULTRATOVUSH JARROHLIK SOHASIDA

1. Использование фокусированного УЗ для локального разрушения патологических структур в органах тела без повреждения окружающих тканей (интенсивность УЗ достигает сотен и даже тысяч Вт/см²). **Литотрипсия** – метод разрушения камней в печени и почках фокусированным ультразвуком.



2. УЗ-инструменты, рабочий конец которых имеет вид скальпеля, пилки, иглы (+ снижают усилие хирурга, травматизм операции; кровоостанавливающий, обезболивающий, стерилизующий эффект). Используют в **ЛОР-хирургии, офтальмологии, ортопедии**.



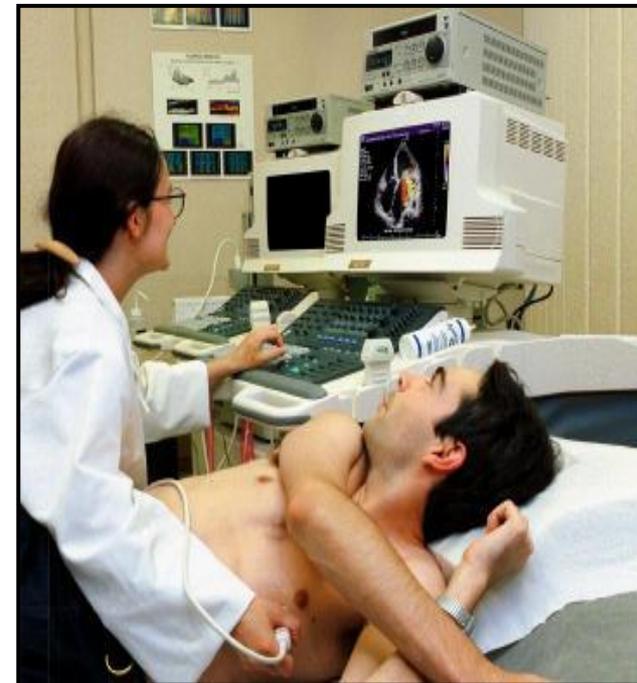
TASHXIS QO'YISHDA ULTRATOVUSHNI QO'LLANILISHI

Исходя из особенностей распространения УЗ существует 2 принципа, на которых может быть основано использование ультразвука в диагностике:

1. **Трансдукция** – диагностика по интенсивности УЗ после прохождения через тело человека (используется редко).
2. **Эхолокация** – диагностика по интенсивности отражённого УЗ.

Эхография – это метод ультразвуковой диагностики, позволяющий получить изображения внутренних структур тела человека на основе отражения УЗ от границ сред, обладающих разным акустическим импедансом.

Современная аппаратура позволяет наблюдать внутренние структуры тела человека в реальном режиме времени, в связи с чем некоторые разновидности эхографии получили название **ЭХОСКОПИИ**.



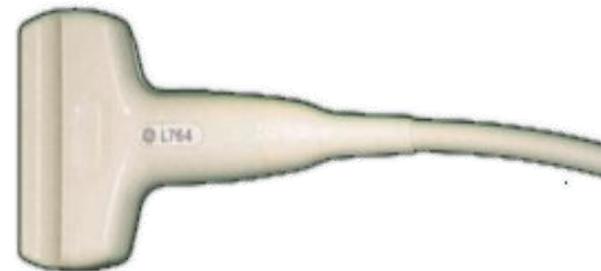
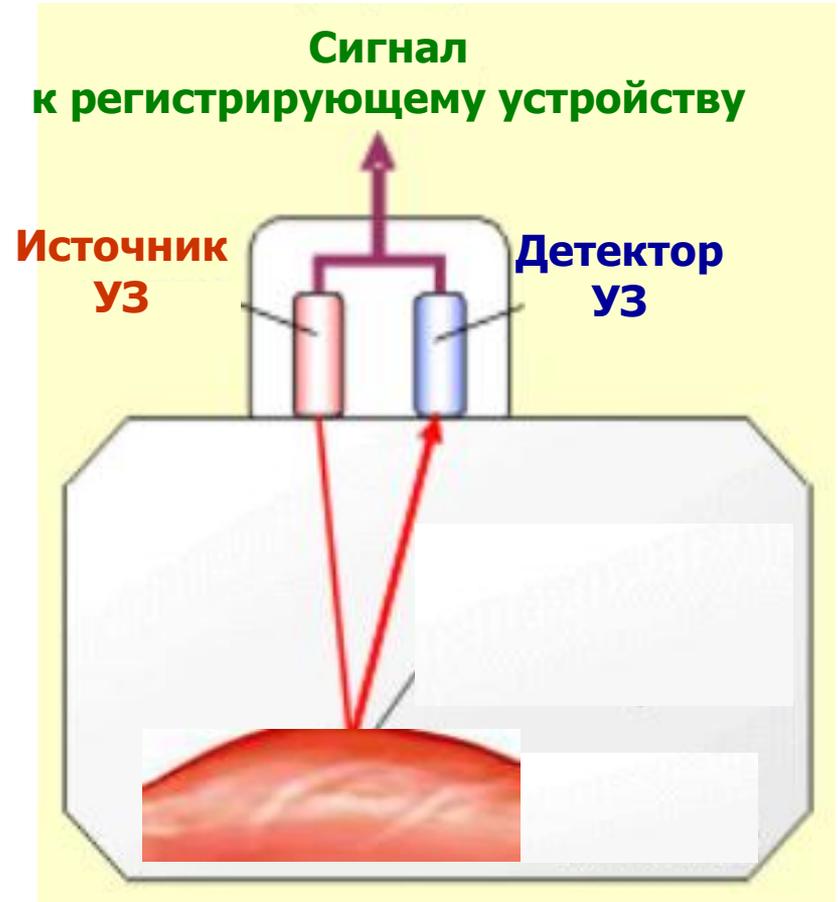
TASHXIS QO'YISHDA ULTRATOVUSHNI QO'LLANILISHI

Для проведения УЗИ необходим **ультразвуковой датчик**, в котором:

1. на основе обратного пьезоэлектрического эффекта генерируются ультразвуковые волны (**источник УЗ**).

2. **Детектор** отражённого ультразвука на основе прямого пьезоэффекта генерирует электрический сигнал пропорциональной амплитуды.

3. Электрический сигнал передаётся на **регистрирующее устройство**, где визуализируется.



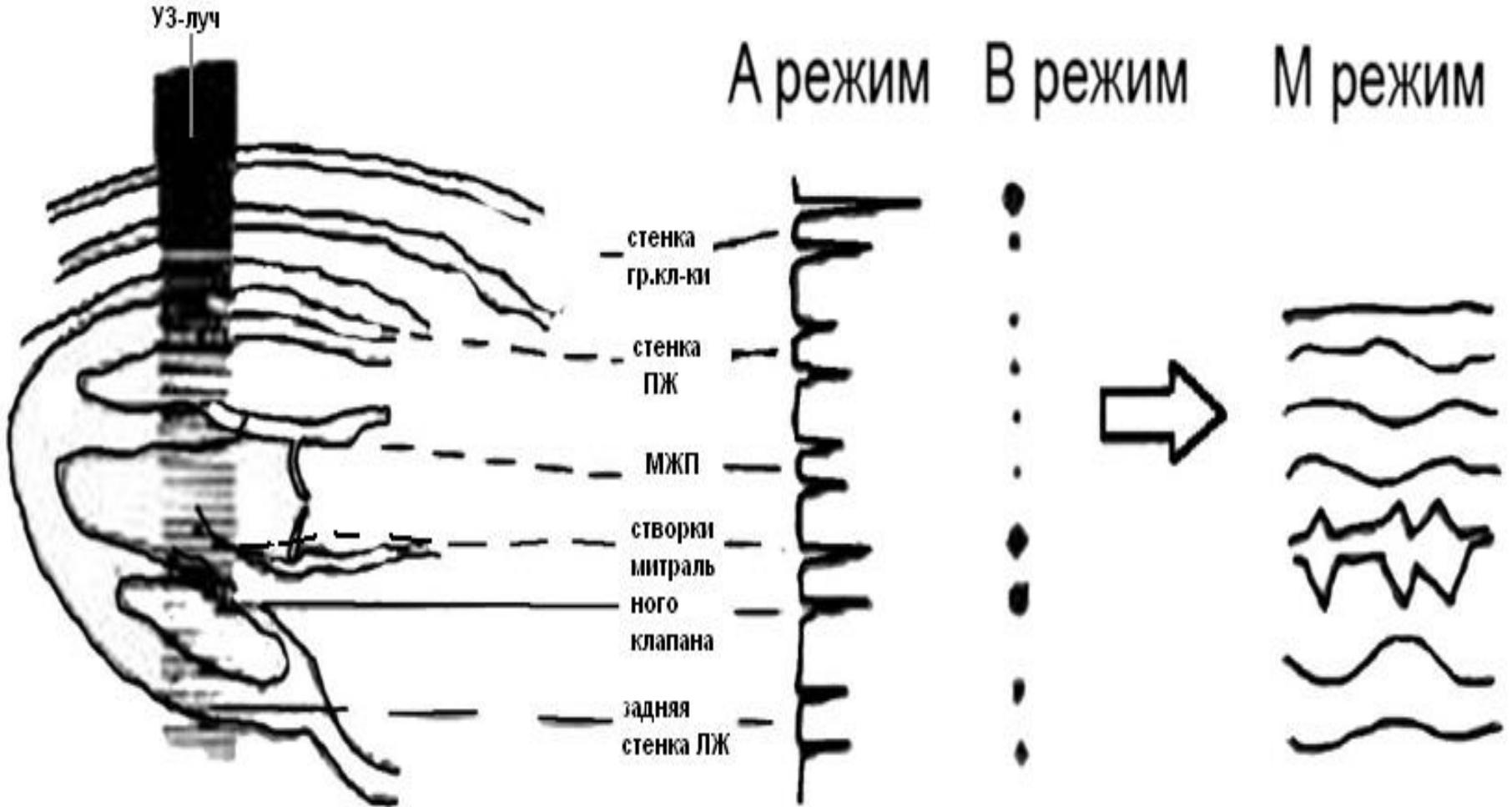
А-режим
(*amplitude*)

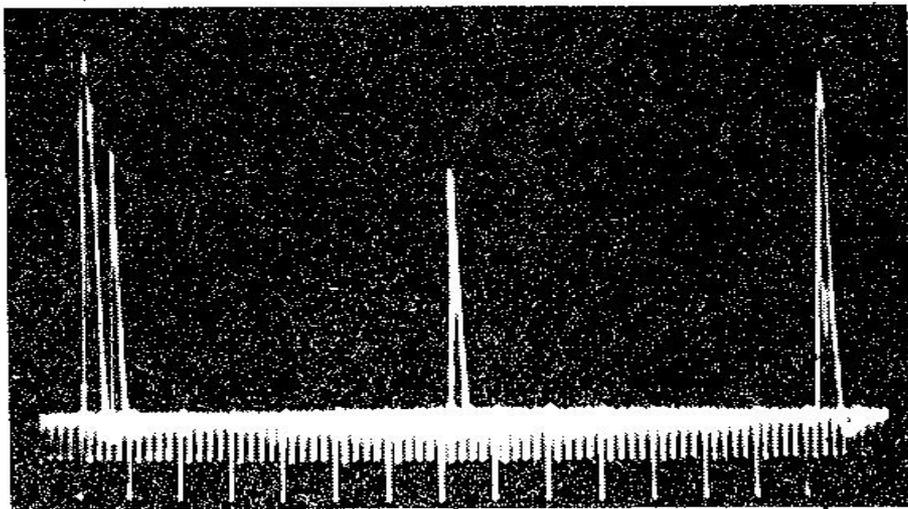
По принципу визуализации сигнала

различают режимы УЗИ

М-режим
(*motion*)

В-режим
(*bright*)

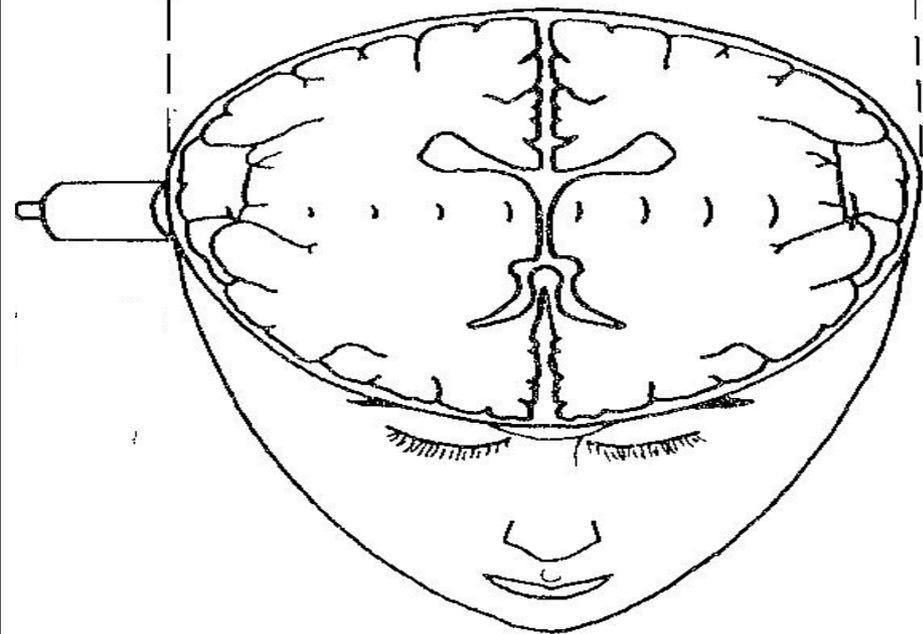




В **A-режиме** сигнал на экране вызывает отклонение луча развёртки **в виде пиков**, амплитуда которых зависит от интенсивности отражённого ультразвука, а **положение** на экране – от времени прихода эхосигнала (т.е. от глубины отражающей структуры).

На рисунке – пример использования А-режима в исследовании мозга – **эхоэнцефалоскопия**.

Диагностический признак – положение М-эхо (среднего пика), которое смещается в сторону неповреждённого полушария при объёмных поражениях мозга (опухоли, гематомы и т.д.)



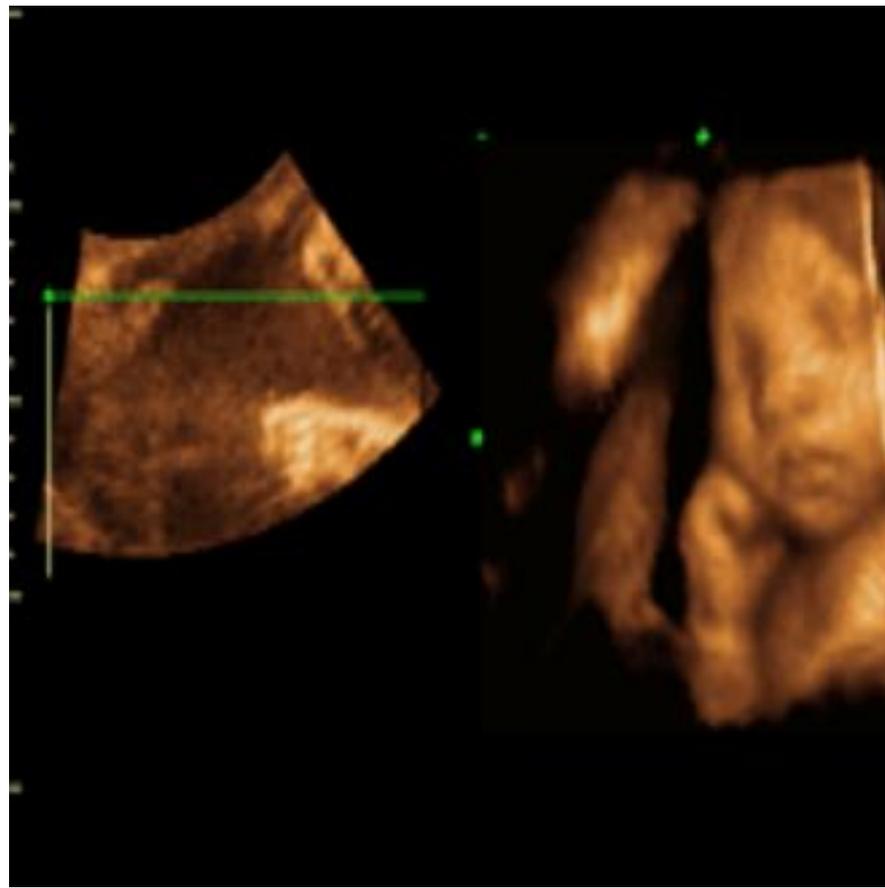
В В-режиме отражённые эхосигналы на экране регистрирующего устройства вызывают **свечение точек различной яркости** (чем больше амплитуда эхосигнала, тем ярче свечение).

На правом рисунке представлена **эхоскопия плода** в В-режиме УЗИ.

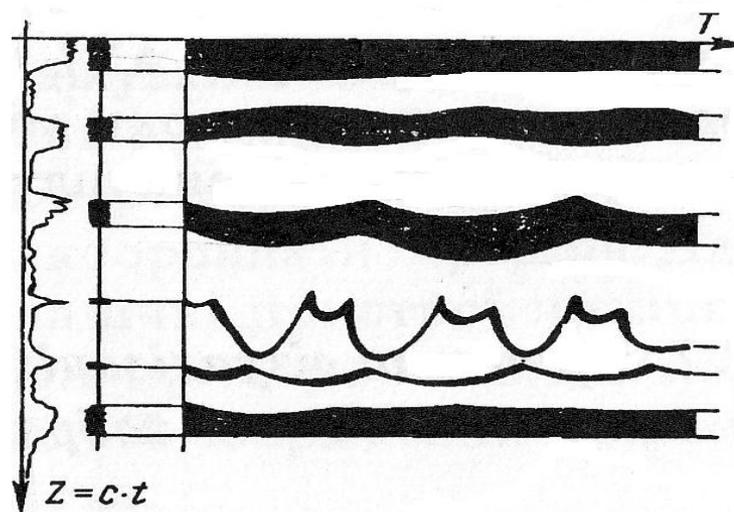
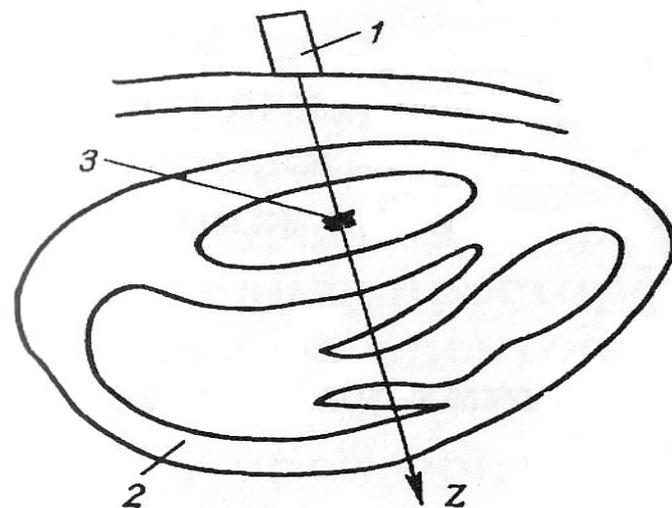
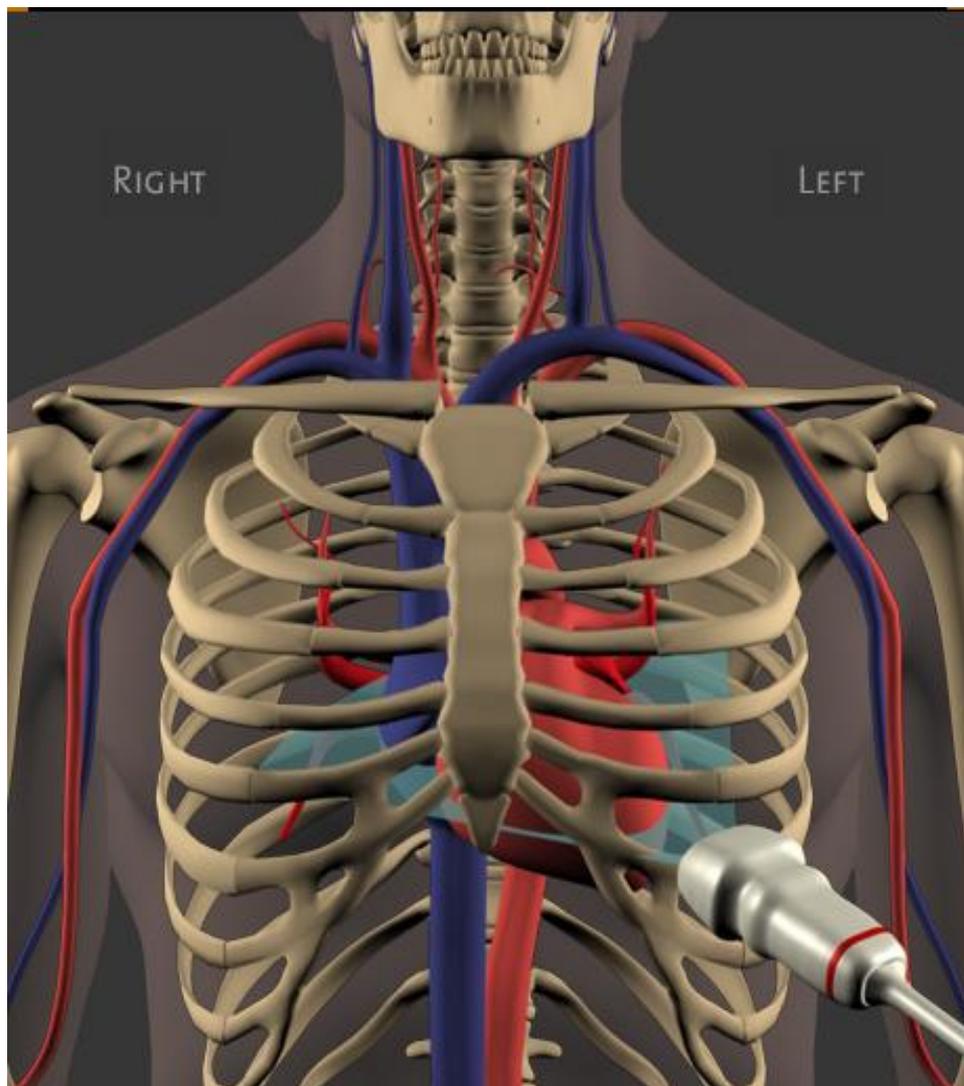
Трёхмерное изображение



Четырёхмерное изображение



M-режим применяют для эхографии подвижных органов. В таком случае амплитуда эхосигналов и время их прибытия от определённых структур (например, клапанов сердца) меняются во времени. На рисунке представлен принцип получения эхокардиограммы в ходе **эхокардиографии**.





**E'TIBORINGIZ
UCHUN RAXMAT**
