



4.5

4.5.1.

- Швидкість розповсюдження механічних хвиль у різних середовищах

4.5.2.

- Звукові хвилі та їхні характеристики

4.5.3.

- Ультразвук та його застосування.
Область чутності



Швидкість розповсюдження механічних хвиль

$$v = \sqrt{\frac{\text{міра пружних властивостей середовища}}{\text{міра інертних властивостей середовища}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}} \approx 340 \text{ м/с}$$

$$v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}} \approx 1100 \text{ м/с}$$

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \approx 5500 \text{ м/с}$$

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

Гази → повздовжні хвилі,

де γ – показник адіабати, R – універсальна газова стала;
 T – термодинамічна температура, μ – молярна маса газу

Рідини → повздовжні хвилі,

де β – коефіцієнт об'ємного стиснення, ρ – густина рідини

Тверді тіла → повздовжні хвилі та поперечні хвилі,

де E – модуль Юнга, G – модуль зсуву, ρ – густина речовини

Различные скорости звука разных веществ:

Вещество	Скорость звука, м/с
Воздух (при 20°C)	343,1
Водород	1284
Вода	1483 (при 20°C)
Железо	5850
Морская вода	1530
Резина	1800





Звук - пружні механічні коливання, що поширюються у вигляді хвиль у газі, рідині чи твердому тілі.

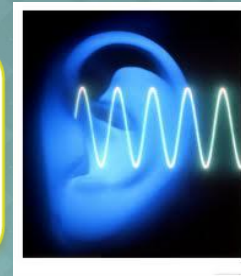
Менше
16 Гц

• Інфразвук



Від 16 до
20 кГц

• Звук



Більше
20 кГц

• Ультразвук





Інфразвук

Пружні звукові хвилі з низькими частотами, які не сприймаються людським вухом, ~ 0,001 Гц ... 16 Гц.

Інфразвук впливає на діяльність деяких біоорганізмів та іноді радикально змінює їх поведінку.



Ультразвук

1

- ехолокація

2

- дефектоскопія

3

- ультразвукове зварювання

4

- кавітація (очищення та отримання однорідної структури)

5

- в гальванотехніці

6

- у витратометрії

7

- приготування сумішей

8

- різання металу

9

- діагностика в медицині (УЗД)

10

- терапевтичне застосування в медицині

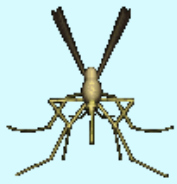
11

- з'єднання полімерів

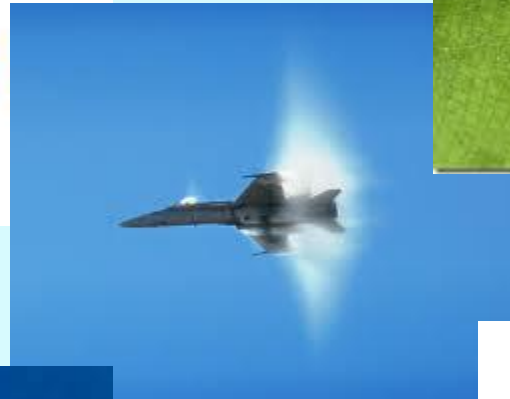


ЕХОЛОКАТОР





Джерела звуку



Характеристики звуку



Фізичні

Основна частота
 ν , Гц

Інтенсивність
 $I = \Delta W / (\Delta S \cdot \Delta t)$
(квадрат амплітуди)
 Вт/м^2

Спектральний склад
– розподіл енергії по
частотам

Психофізичні

Тон - суб'єктивне сприйняття частоти
(основної гармоніки) звуку

Гучність - суб'єктивне сприйняття
інтенсивності звукової хвилі

Тембр - суб'єктивне сприйняття
частотного спектру звуку.

Закон Вебера-Фехнера



- Сприйняття інтенсивності I звукової хвилі людським вухом носить логарифмічний характер. Рівень інтенсивності звуку L у порівнянні з порогом чутливості людського вуха I_0

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

$I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² – поріг чутності для звуку, частотою 1000 Гц

Одиницею вимірювання рівня інтенсивності є **1 Б** (Бел).

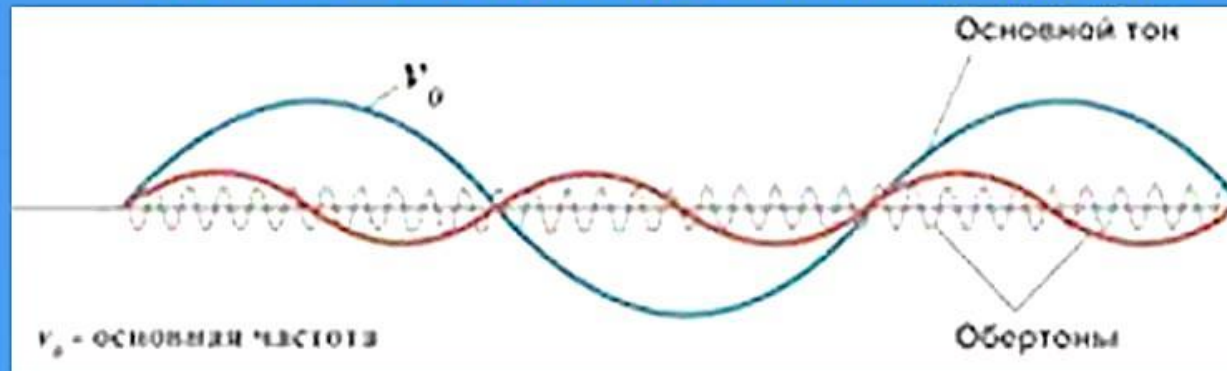


Высота тона.

- определяется **частотой** колебаний источника звука.
Звуки человеческого голоса по высоте делят на несколько диапазонов:

бас – 80–350 Гц,
баритон – 110–149 Гц,
тенор – 130–520 Гц,
дискант – 260–1000 Гц,
сопрано – 260–1050 Гц,
колоратурное сопрано – до 1400 Гц.

Частотный спектр звуков музыкальных инструментов.



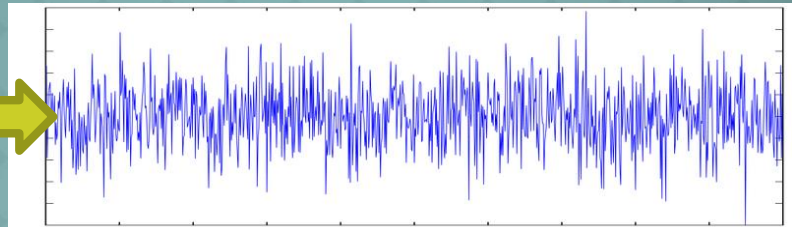
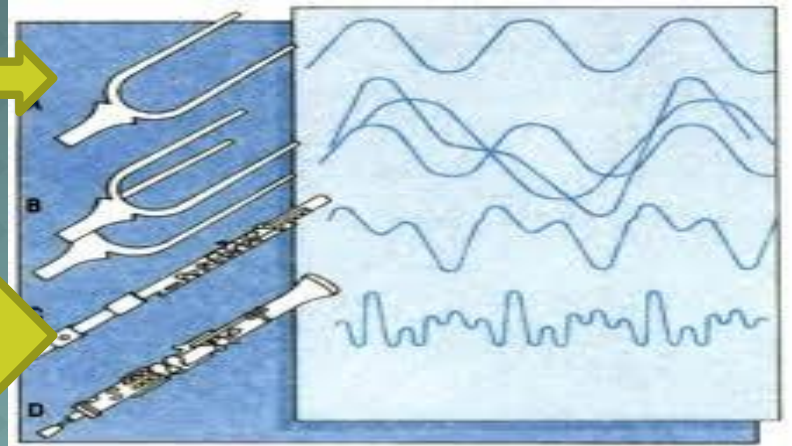


Класифікація звуків за частотними характеристиками

Простий тон

Складний тон
(гармонічний та
негармонічний)

Шум
(білий та кольоровий)



Діаграма сприйняття звуку -

детальна характеристика області чутності.

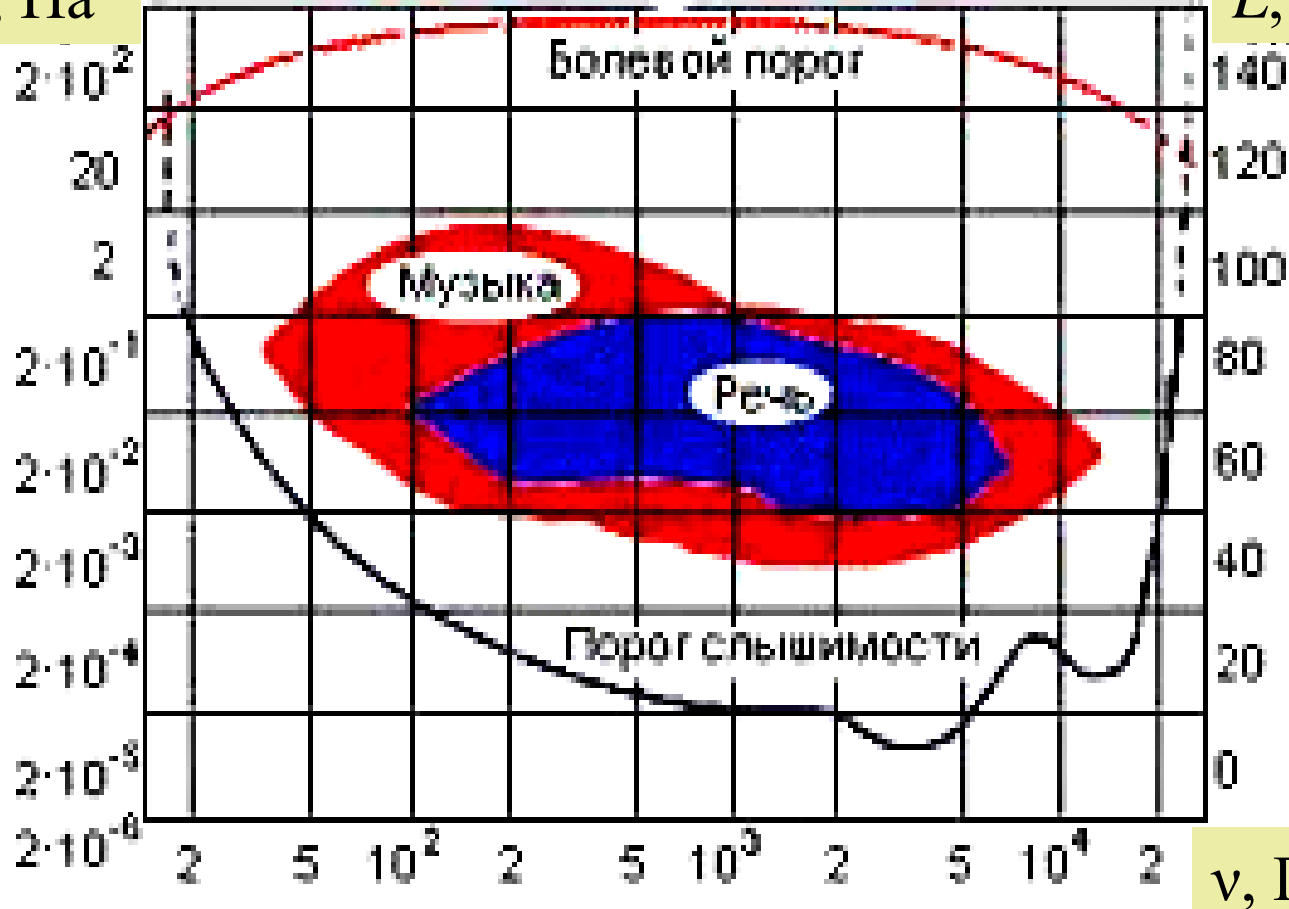
Є індивідуальною для кожної людини.

Зазвичай приводять усереднену діаграму сприйняття звуків людським вухом



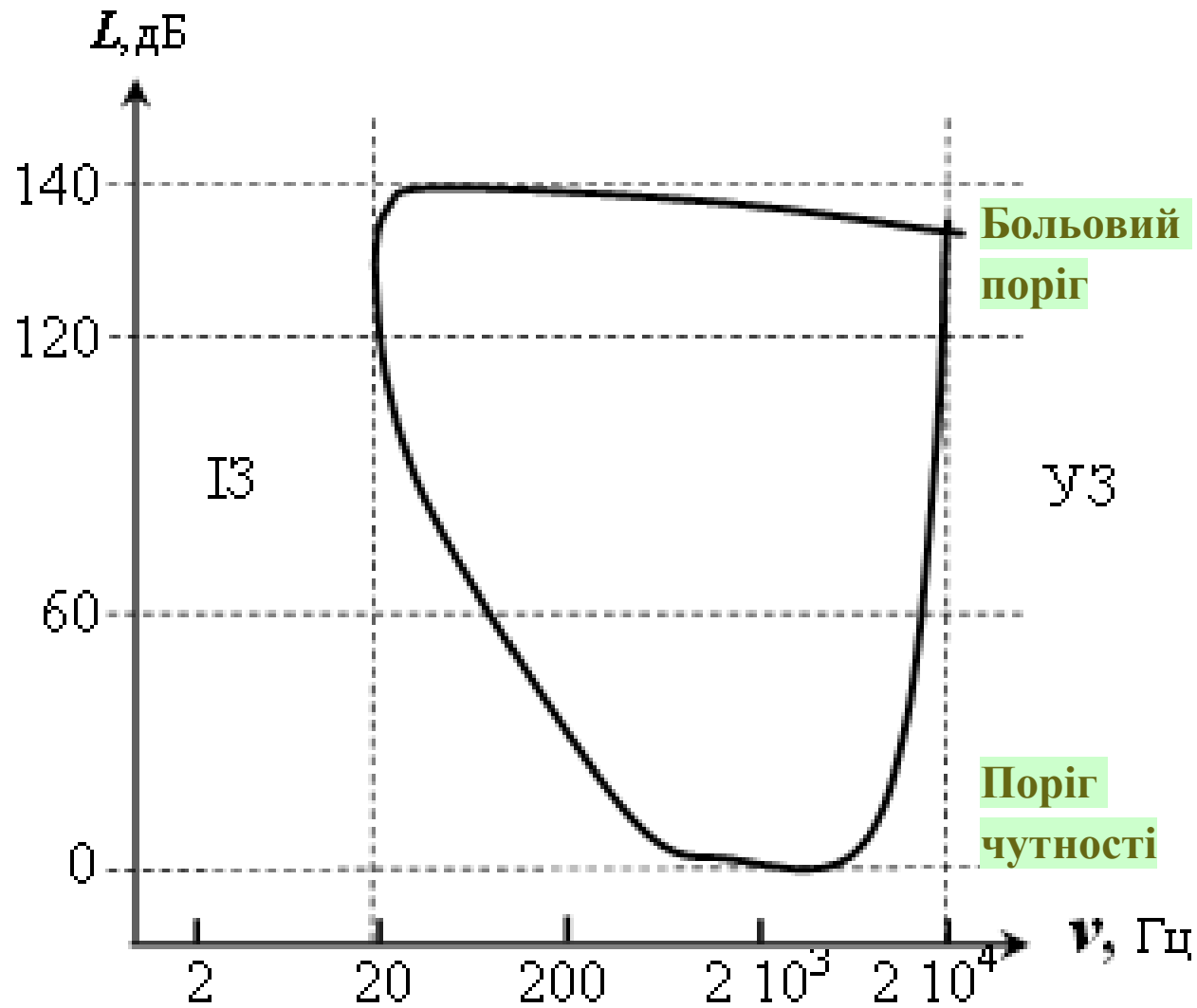
P , Па

L , дБ



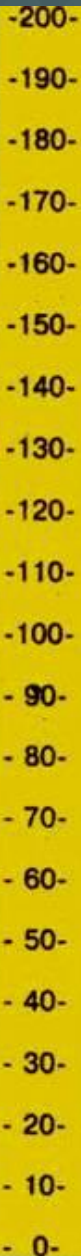
ν , Гц

УСЕРЕДНЕНА ДІАГРАМА СПРИЙНЯТТЯ ЗВУКІВ ЛЮДСЬКИМ ВУХОМ



Шкала громкости

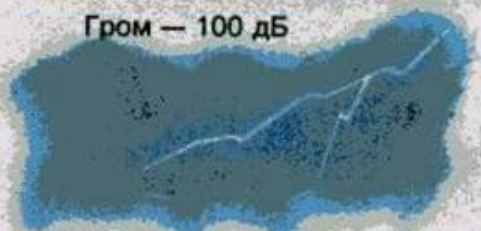
Запуск ракеты —
140-190 дБ



Громкость в децибелах (дБ)

Шумы свыше 130 дБ
вызывают болезненные
ощущения.

Гром — 100 дБ



Реактивный самолет
при взлете — 120 дБ

Поезд — 80 дБ



Крик — 70 дБ

Тиканье часов на
расстоянии 1 м
(3 футов) —
30 дБ



Падающий лист —
0—10 дБ.



Шепот — 30 дБ



Самый слабый звук, воспринимаемый
нашим ухом — ок. 10 дБ.

Г
у
ч
н
о
л
с
т
і

Явище реверберації



Спадання інтенсивності звукової хвилі у приміщенні після вимкнення джерела звуку.

Характеризується *часом реверберації* Δt : інтервалом часу, за який рівень інтенсивності ΔL падає на 60 дБ.