

# Дисципліна: «Основи охорони праці»

**Лектор:**  
к.т.н., доцент кафедри  
«Охорони праці і  
навколишнього  
середовища»

**Викладацька:**  
ауд. 207 «С»

**Гунченко**  
**Оксана Миколаївна**  
ел. адреса:  
[gunchenko.oksana@gmail.com](mailto:gunchenko.oksana@gmail.com)



## Тема: Віброакустичні фактори промислового середовища.



### План лекційного заняття

#### Вступ.

1. Класифікація та характеристики шуму.
2. Нормування шуму та вібрації.
3. Захист від шуму та вібрації.
4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку.
5. Особливості ультразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від ультразвуку.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



**У сучасному світі в умовах науково-технічного прогресу шум став одним із суттєвих несприятливих чинників, що впливають на людину.**

**Ріст потужностей сучасного устаткування, машин, побутової техніки, швидкий розвиток всіх видів транспорту призвели до того, що людина на виробництві та в побуті постійно знаходиться під впливом шумів досить високої інтенсивності.**



## 1. Класифікація та характеристики шуму.



**Шум у виробничих умовах негативно впливає на працівника: послаблює увагу, посилює розвиток втоми, сповільнює реакцію на небезпеку. Внаслідок цього знижується працездатність та підвищується імовірність нещасних випадків. Тому питання боротьби з шумом на сьогоднішній день є актуальним майже для всіх галузей виробництва.**

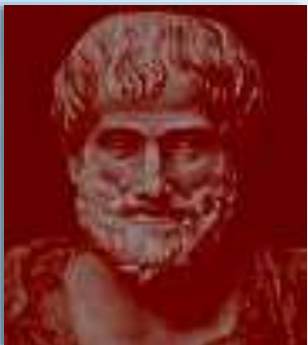




### *Історія вивчення звуку*



Звуки почали вивчати ще в далекі часи. Перші спостереження з акустики були проведенні у IV столітті до нашої ери. Піфагор встановив зв'язок між висотою тону і довжиною струни чи труби, що видають звук.



В IV ст. до н.е. Аристотель перший правильно представив, як поширюється звук у повітрі. Він сказав, що тіло, яке звучить, викликає стиснення й розрідження повітря і пояснив ехо відбиванням звуку від перепони.



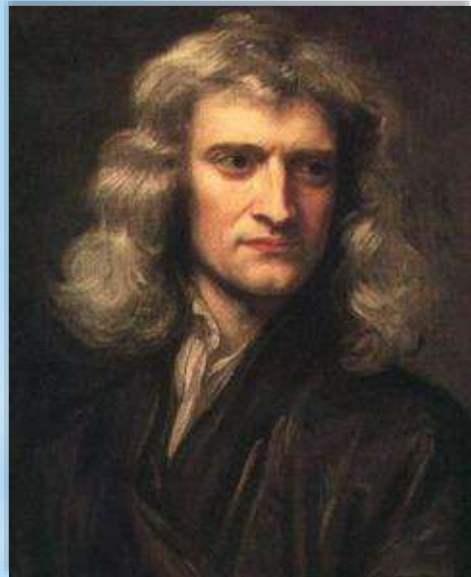
В XV столітті Леонардо да Вінчі сформулював принцип незалежності звукових хвиль від різних джерел.



## *Звук – це хвиля*

Процес поширення звуку  
являє собою хвилю.

Вперше це припущення зробив  
знаменитий англійський фізик Ісаак  
Ньютон  
(1643 -1727).



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



Шумом прийнято вважати звуки, які негативно впливають на організм людини, заважають його роботі та відпочинку. Тому шум часто називають несприятливим звуком. Зазвичай шум створюється при хаотичному чергуванні звуків різної частоти та інтенсивності.

Шум з *фізіологічної* точки зору – це шкідливий подразнюючий чинник, що впливає на органи слуху і весь організм людини.

Шум як *фізичне явище* – це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності (сили), що виникають в результаті коливального руху частинок в пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних).



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



Характер шуму залежить від виду джерела. Виходячи з цього **розрізняють:**

- **ударний** шум, який виникає при штампуванні, куванні і т.п;
- **механічний** шум, який виникає при терті, битті вузлів, деталей машин, механізмів (дробарки, млини, електродвигуни, компресори, насоси і т.ін.).
- **аеродинамічний** шум, який виникає в апаратах і трубопроводах при русі з великими швидкостями газу або рідини і при різких змінах напрямку їх руху та тиску.







# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.

**Фізичними** характеристиками звуку є:

**частота  $f$  (Гц), звуковий тиск  $P$  (Па), інтенсивність або сила звуку  $I$  (Вт/м<sup>2</sup>).**

**Частота звуку** визначається кількістю коливань пружного середовища за одиницю часу і вимірюється в *герцах* (1 Гц - це одне коливання за секунду).

За **частотою** звукові (акустичні) коливання поділяються на три діапазони:

**інфразвукові**, з частотою коливання менше ніж 20 Гц;  
**звукові** (сприймаються органом слуху людини) - від 16-20 до 20000 Гц;  
**ультразвукові** - більше ніж 20000 Гц.

INFRA SOUND

ULTRA SOUND





## 1. Класифікація та характеристики шуму.

В свою чергу, звуковий діапазон прийнято підрозділяти на низькочастотний – до 400 Гц,

середньочастотний – 400 – 1000 Гц,

високочастотний - більше 1000 Гц.

Звук, що поширюється у повітряному середовищі, називається повітряним звуком, а в твердих тілах - структурним.

Повітряний простір, в якому поширюються звукові хвилі називається звуковим полем.

У результаті коливань, що генеруються джерелом звуку, в повітрі виникає звуковий тиск, який накладається на атмосферний.

Різницю між атмосферним тиском і значенням повного тиску в даній точці звукового поля прийнято вважати звуковим тиском  $P$ .

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



У кожній точці звукового поля тиск та швидкість руху змінюються у часі (рис. 1).

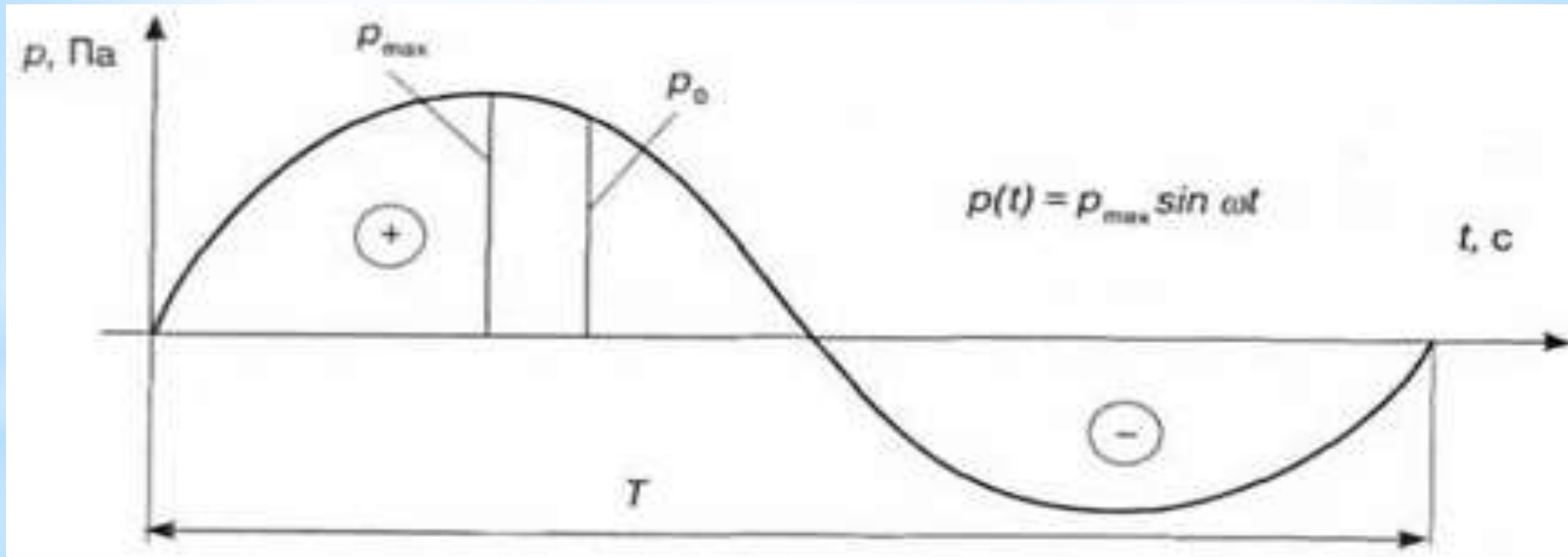


Рис. 1. Графік поширення звукової хвилі

Мірою оцінки звукової хвилі в певній точці простору є звуковий тиск. При розповсюдженні звукових коливань в повітрі періодично з'являється область зменшеного і підвищеного тиску.



## 1. Класифікація та характеристики шуму.

Різниця між миттєвим значенням повного тиску та середнім тиском, що спостерігається у нерухомому середовищі, називається **звуковим тиском**.

Звуковий тиск  $p$  (Па) є одним із основних фізичних параметрів шуму.

На слуховий апарат людини діє середній квадрат звукового тиску:

$$p^2 = \frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt, \quad (1)$$

де  $p$  – звуковий тиск, Па;

$T$  – період коливання, с;

$t$  – час, с.

**Розповсюдження звукової хвилі супроводжується перенесенням енергії.**

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



Кількість енергії, що переноситься звуковою хвилею в одиницю часу через одиницю поверхні, орієнтовану перпендикулярно напрямку розповсюдження хвилі, називають **інтенсивністю або силою звуку  $I$**  та вимірюється у Вт/м<sup>2</sup>.

Інтенсивність звуку пов'язана із звуковим тиском залежністю:

$$I = \frac{p^2}{\rho \cdot c}, \quad (2)$$



де  $\rho \cdot c$  – питомий акустичний опір середовища;

$\rho$  – густина середовища, у якому поширюється звук, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – швидкість звуку в цьому середовищі, м/с.

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



**Мінімальна інтенсивність звуку  $I_0$** , яка сприймається вухом називається **порогом чутності**.

**Максимальна інтенсивність звуку**, при якій орган слуху починає відчувати біль називають **порогом больового відчуття**.

Як стандартна частота прийнята частота **1000 Гц**.

При цій частоті поріг чутності інтенсивності звуку

$I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, а відповідний йому звуковий тиск

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Поріг больового відчуття  $I_{max} = 10^2$  Вт/м<sup>2</sup>

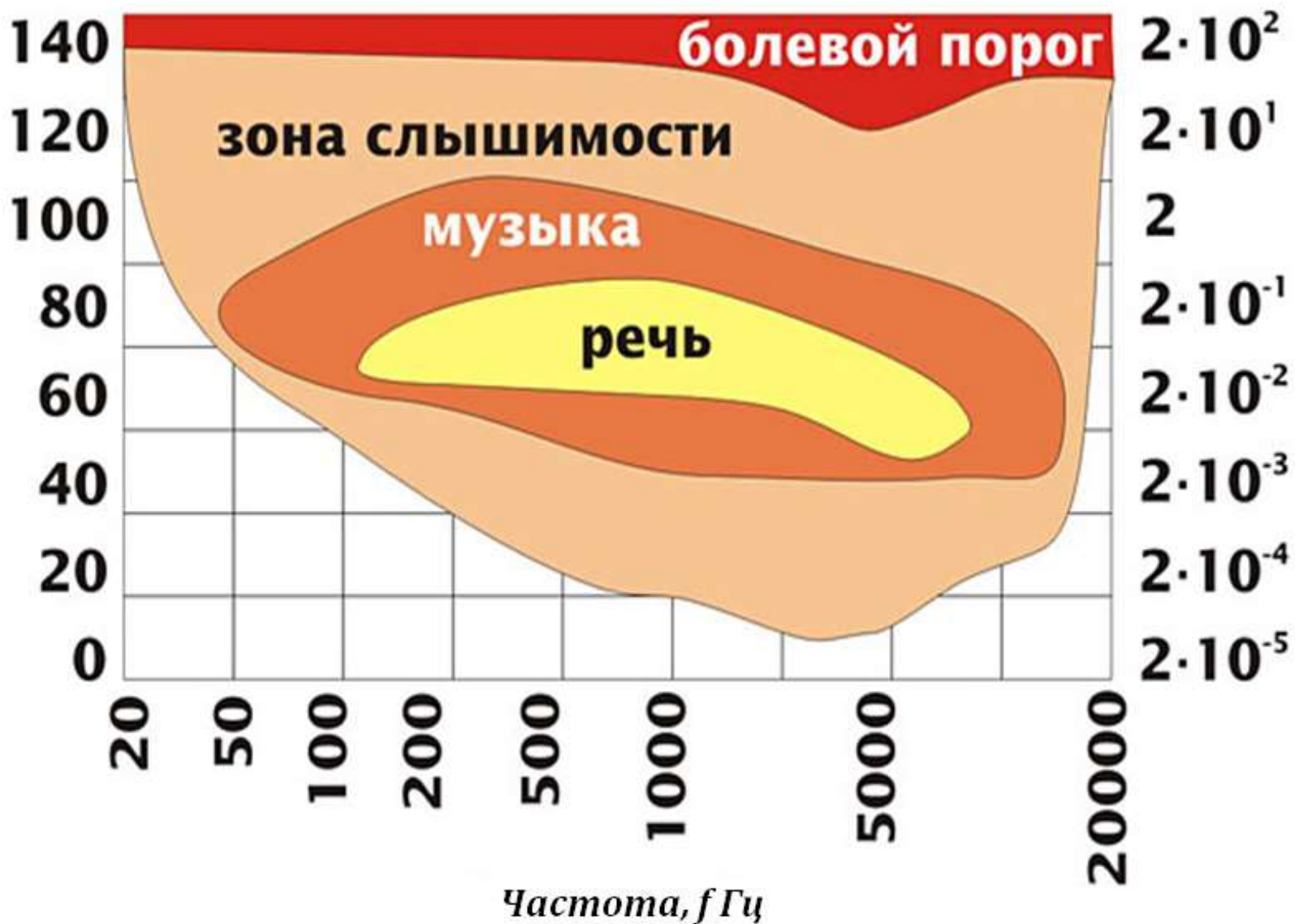
і звуковий тиск  $P_{max} = 2 \cdot 10^2$  Па.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

Інтенсивність  
звуку, I дБ

Тиск, P Па





## 1. Класифікація та характеристики шуму.

Значення звукового тиску та інтенсивності звуку можуть змінюватись у широких межах: **тиску** – до  $10^8$  разів; **інтенсивності** – до  $10^{16}$  разів. Зрозуміло, що оперувати такими цифрами незручно. До того ж вухо людини здатне реагувати на *відносну* зміну параметра шуму, а не на *абсолютну*.

Відповідно до закону Вебера-Фехнера, який визначає залежність між відчуттям та подразниками, ті відчуття людини, що виникають при різного роду подразненнях, є пропорційними логарифму кількості енергії подразника. Саме тому в акустиці вимірюють не абсолютні значення звукового тиску та інтенсивності звуку, а їх логарифмічні рівні  $L$ , дБ, взяті за пороговим значенням інтенсивності звуку  $I_0$  або пороговим рівнем тиску  $P_0$ .



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



Ці логарифми відношень називають ***рівнем інтенсивності*** або ***рівнем звукового тиску  $L$*** , Б.

Так як орган слуху людини здатний розрізняти зміну рівня інтенсивності на 0,1 Бел, то для практичної зручності вибрана одиниця в 10 разів менша – децибел (дБ).

Величину ***рівня інтенсивності  $L_i$***  застосовують при акустичних розрахунках:

$$L_i = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ (дБ)}, \quad (3)$$

а звукового тиску  $L_p$  – для вимірювання шуму та оцінки його впливу на людину.



## 1. Класифікація та характеристики шуму.

Джерело шуму характеризується рівнями звукової потужності в октавних смугах  $L_p$  (дБ) та параметром спрямованості випромінювання шуму.

Рівень звукової потужності визначається за формулою:

$$L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (4)$$

де  $I_0$  – інтенсивність звуку на порозі чутності;

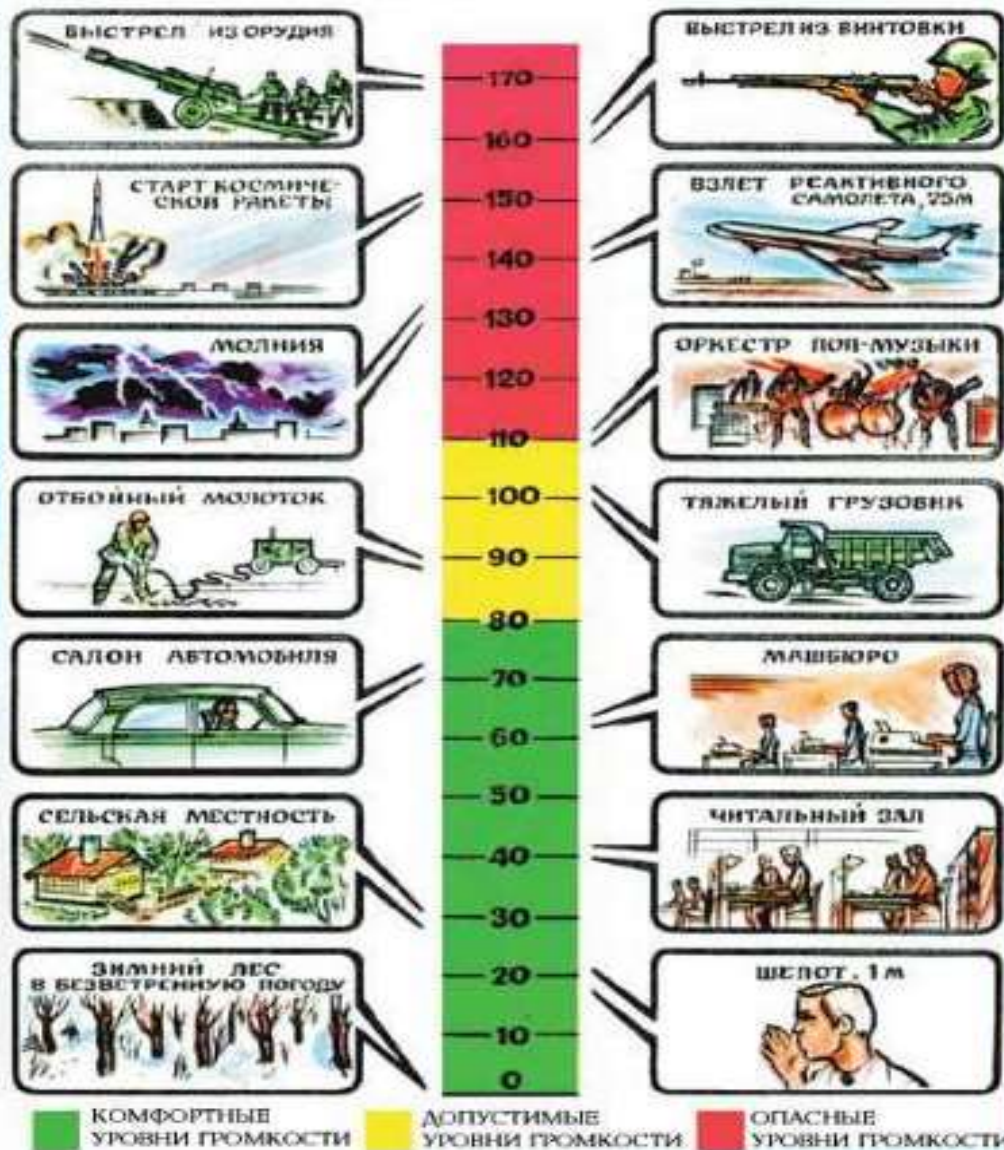
$P$  – звукова потужність, Вт;

$P_0$  – порогова звукова потужність, що дорівнює  $10^{-12}$  Вт.

Використовувати шкалу значень рівнів звукового тиску зручно, оскільки діапазон чутних звуків укладається в межі  $0 \div 140$  дБ.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



### Сила звука в децибелах

Разговор: 40—45

Офис: 50—60

Улица: 70—80

Фабрика (тяжелая промышленность): 70—110

Цепная пила: 100

Старт реактивного самолёта: 120

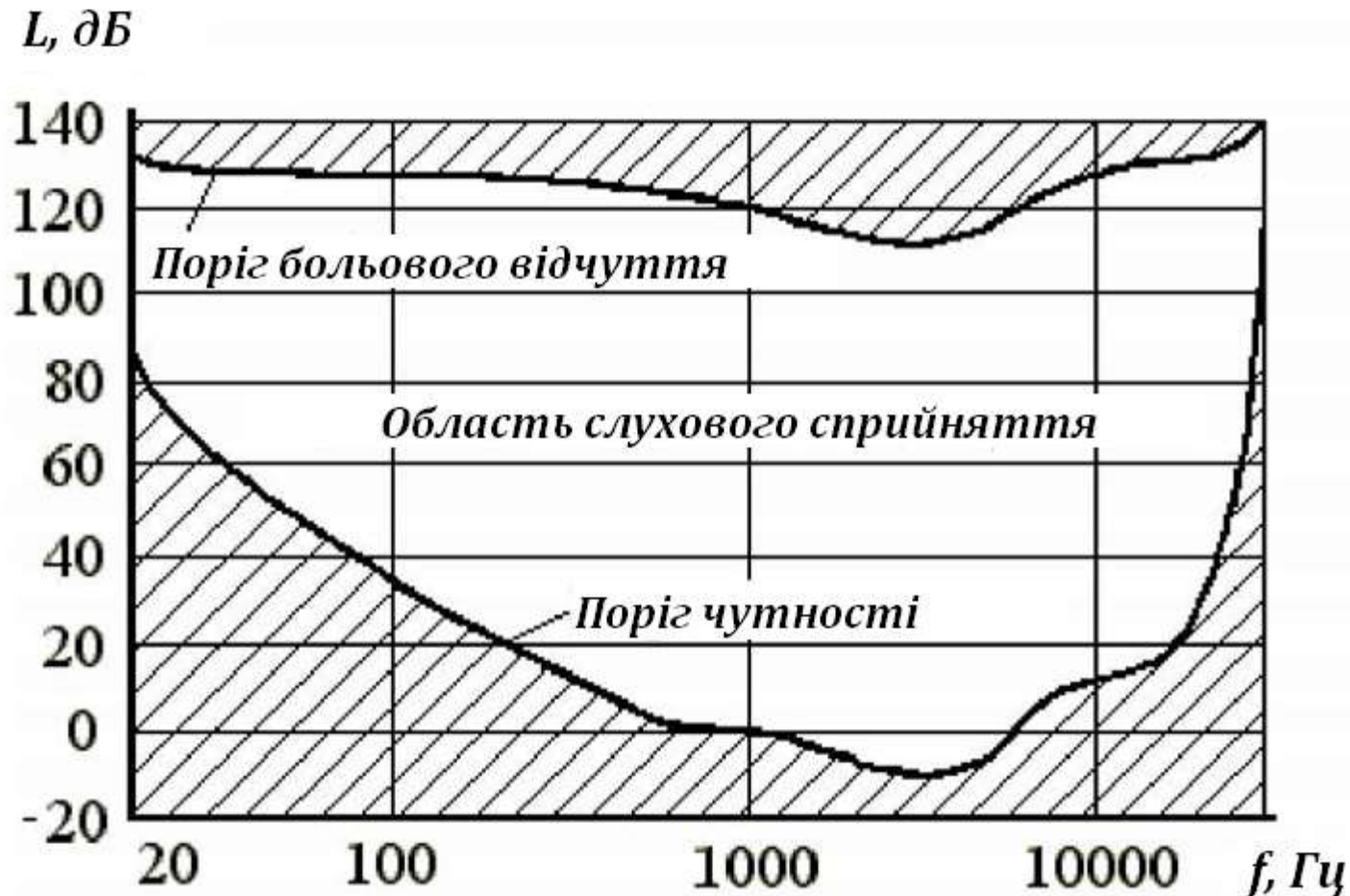


# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 1. Класифікація та характеристики шуму.



Тільки за рівнем інтенсивності не можна судити про фізіологічне відчуття гучності звуку, оскільки наш орган слуху неоднаково чутливий до звуків різних частот.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8



## 1. Класифікація та характеристики шуму.

Звуки рівні по силі, але різної частоти, здаються неоднаково гучними. Найбільшою чутливістю наше вухо володіє на частотах 800 - 4000 Гц, а найменшою – при частотах 20 - 100 Гц.

Залежність величин, що характеризують шум від його частоти, називають **частотним спектром шуму**.

**Частотний спектр шуму (спектр)** – це залежність рівня звукового тиску (дБ) від частоти. Весь чутний діапазон частот розбивають для зручності на дев'ять октавних смуг.

Розповсюдження отримали октавні смуги, в яких верхня гранична частота в 2 рази більше нижньої, а як частота, що характеризує смугу в цілому, береться середньгеометрична частота .

Середньгеометричні частоти:

**31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000**  
**Гц.**



## 1. Класифікація та характеристики шуму.

За *характером спектру* розрізняють шум:

- широкополосний, коли він має безперервний спектр шириною більше однієї октавної смуги;
- тональний, коли в спектрі є виражені дискретні тони.

За *часовими характеристиками* розрізняють шуми:

- постійні, при яких рівень звукового тиску за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5дБ;
- непостійні, при яких рівень звукового тиску за восьмигодинний робочий день змінюється в часі більше ніж на 5дБ.

Для зручності фізіологічної оцінки дії шуму на людину, розрізняють:

низькочастотний (до 400 Гц),

середньочастотний (400-1000 Гц)

високочастотний (вище 1000 Гц) шум.

*Найбільшу небезпеку* для людини представляють тональні, непостійні, високочастотні шуми.



## 1. Класифікація та характеристики шуму.

Якщо в приміщенні розташовано декілька джерел шуму, то **сумарний рівень звукового тиску** визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i}, \text{ дБ} \quad (5)$$

де:  $L_i$  – рівень звукового тиску  $i$ -того джерела шуму.

Сумарний рівень звукового тиску **від  $n$  однакових по інтенсивності джерел шуму** в рівновіддаленій від них точці визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg n + L_1, \text{ дБ} \quad (6)$$

де:  $n$  – число джерел шуму.



## 1. Класифікація та характеристики шуму.

При одночасній дії двох джерел шуму з різними рівнями, сумарний рівень визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = L_{max} + \Delta L \quad (7)$$

де  $L_{max}$  – найбільший з двох підсумовуваних рівнів шуму;

$\Delta L$  – поправка.

<b>Різниця рівнів <math>L_{max}-L_i</math></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>...</b>	<b>20</b>
<b>Поправка <math>\Delta L</math></b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>...</b>	<b>0</b>



## 1. Класифікація та характеристики шуму.



При більшому числі джерел шуму підсумовування рівнів інтенсивності проводиться послідовно від найбільшого до найменшого.

Якщо різниця рівнів двох джерел шуму перевищує 8 дБ, шум більш слабого джерела можна не враховувати.

***Звідси два найважливіші положення в області шумоглушення.***

***1. Для істотного зниження шуму від декількох джерел в першу чергу необхідно заглушити в ньому найсильніші джерела.***

***2. При великій кількості однакових джерел шуму, усунення одного-двох з них практично не ослабляє загального шуму.***

### *Вплив шуму та вібрації на стан здоров'я і безпеку людини.*



Тривала дія шуму великої інтенсивності приводить до патологічного стану слухового органу, та до його стомлення. Стомлення може поступово перейти в *туговухість* і *глухоту* через декілька років роботи. Ознакою захворювання є головні болі і шум у вухах, іноді втрата рівноваги та нудота.

Інтенсивний шум викликає зміни серцево-судинної системи, супроводжувані порушенням тону і ритму серцевих скорочень, змінюється артеріальний кров'яний тиск.

Шум призводить до порушення нормальної функції шлунку, тобто до зменшення виділення шлункового соку та зміни кислотності. Це може привести до гастриту. Несприятливу дію створює шум і на центральну нервову систему.



## **ВПЛИВ ШУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

### **Специфічні ураження органу слуху**

(проявляються у виникненні порушень функції слухового нерву різного ступеня складності. При медичному огляді виявляється зниження слуху до сприйняття шепітної мови і втрата гостроти слуху)

### **Порушення роботи органів і систем**

(проявляються у першу чергу, у зміні функціонування ЦНС, що виражається в появі дратівливості, ослабленні пам'яті апатії. Крім того, відзначаються зміни секреторної та моторної функції шлунково-кишкового тракту, зрушення в обмінних процесах)

# Дисципліна ООП. Лекція № 8



Наближено дію шуму різних рівнів можна охарактеризувати наступним чином.

Шум до 50 дБ, зазвичай, не викликає шкідливого впливу на людину в процесі її трудової діяльності.

Шум з рівнем 50 - 60 дБ може викликати психологічний вплив, що проявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції, ускладненні роботи з масивами інформації, тощо.

При рівні шуму 65 - 90 дБ можливий його фізіологічний вплив: пульс прискорюється, тиск крові підвищується, судини звужуються, що погіршує забезпечення органів кров'ю.

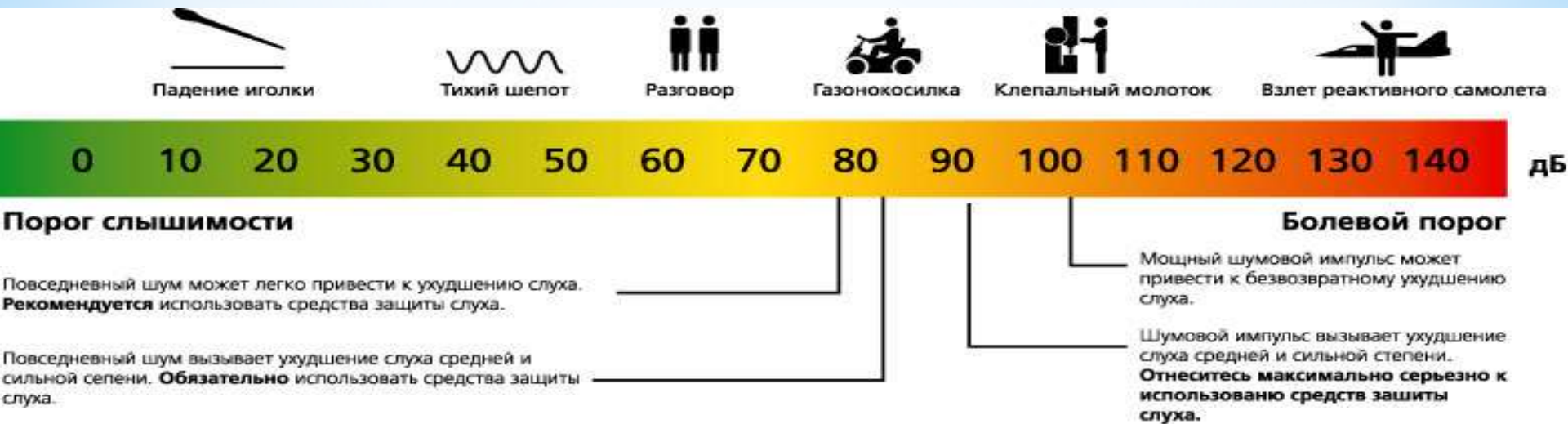
Дія шуму з рівнем 90 дБ і вище може призвести до функціональних порушень в органах та системах організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунку та кишечника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум у вухах.

При рівні шуму 120 дБА та вище здійснюється механічний вплив на орган слуху, що проявляється у порушенні зв'язків між окремими частинами внутрішнього вуха, можливий навіть розрив барабанної перетинки.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

Такі високі рівні шуму впливають не лише на органи слуху, а й на весь організм. Звукові хвилі, проникаючи через шкіру, викликають механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розриви мілких судин тощо.



**Отже, шкідливі та небезпечні наслідки дії шуму проявляються тим більше, чим вищий рівень сили звуку та триваліша його дія. На основі даних про особливості впливу шуму на організм людини проводять гігієнічне нормування його параметрів.**



**Вібрація** – це коливання твердих тіл, частин апаратів, машин, устаткування, споруд, які людиною сприймаються як струс.

За способом передачі коливань на людину вібрація поділяється на *загальну* і *локальну*. Загальна – передача коливань через опорні поверхні тіла сидячої або стоячої людини. Локальна – передача здійснюється через руки людини.

Загальна вібрація залежно від джерел її виникнення поділяється на наступні категорії:

1. *Транспортна* вібрація. Виникає така вібрація в результаті руху машин по місцевості та дорогах.

2. *Транспортно-технологічна* вібрація. Виникає при роботі машин, що виконують технологічні операції в стаціонарному положенні і (або) при переміщенні по спеціально підготовленій частині виробничого приміщення (крани, екскаватори і т.п.).

3. *Технологічна* вібрація. Виникає при роботі стаціонарних машин, або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації (стіни, вентилятори, хімічні установки і т.п.).

## Дисципліна ООП. Лекція № 8



Для оцінки вібрації здійснюється вимір

*віброшвидкості  $V$  м/с,*

*віброприскорення  $a$  м/с<sup>2</sup>,*

*і рівня віброшвидкості  $L_v$  дБ.*

Вібрація так само як і шум є шкідливим подразнюючим чинником, що негативно впливає на організм людини. Загальна вібрація викликає струси людини, місцева вібрація – залучає до коливального руху лише окремі частини.

Залежно від тривалості, інтенсивності дії, частоти, а також умов праці вібрація спричиняє стійкі патологічні зміни в нервовій системі (порушення процесів збудження та гальмування), опорно-руховому апараті (деформація суглобів, втрата сили м'язів) та кровоносній системі (звуження або розширення периферійних судин).

# Дисципліна ООП. Лекція № 8



Особливо небезпечні для людини коливання з частотою 4-8 Гц, що співпадають з власною частотою коливань ряду внутрішніх органів, які пружно закріплені на скелеті (серце, печінка, нирки та ін.), і близько 30 Гц (частота власних коливань тіла людини).

Найбільш шкідливим для людини є одночасний вплив вібрації, шуму та низької температури, а оскільки у виробничих умовах шум та вібрація є супутниками, то їх спільний вплив може призвести до професійного захворювання – віброшумової хвороби. Ця хвороба тяжко піддається лікуванню і може привести до інвалідності. Особливо небезпечною ця хвороба є для жінок через ризик втрати репродуктивної функції.





# Дисципліна ООП. Лекція № 8



## 2. Нормування шуму та вібрації.

Гігієнічна регламентація шумів ґрунтується на критерії збереження здоров'я та працездатності людини.

Гранично допустимі рівні шуму на виробництві повинні забезпечувати функціонування фізіологічних систем організму в межах адаптаційних можливостей на весь час трудової діяльності.

Чинні на цей час гігієнічні нормативи, які регламентують допустимі рівні шуму, інфразвуку та ультразвуку, побудовані на єдиному енергетичному принципі і практично включають весь частотний діапазон акустичних коливань, що впливають на людину.

Нормування шуму здійснюється за граничним спектром шуму і за рівнем звуку, згідно *ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ* (припиняє дію з 01.01.2019 року) та ДСН 3.3.6.037-99.

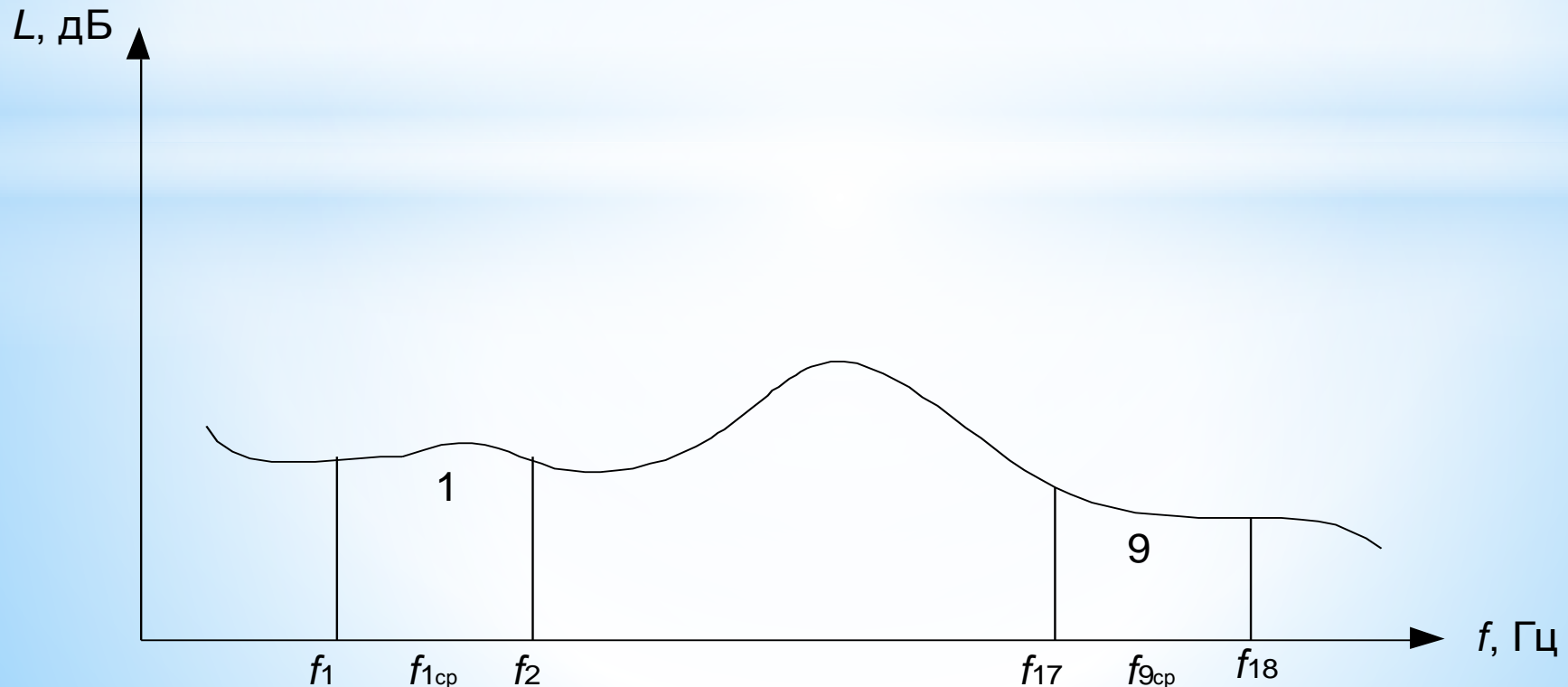
# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.



За першим методом нормування шуму здійснюється у діапазоні від 22,5 до 11520 Гц.

Це пов'язане з тим, що звуки з частотами нижче 22,5 Гц та вище 11520 Гц спроможні чути менше 1 % людей. Весь зазначений діапазон поділяється на 9 октавних смуг.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.



Термін «октава» (звідси – «октавна смуга») прийшов до акустики з музики, де було помічено, що якість звуку повторюється при подвоюванні частоти. Іншими словами, октава – це безрозмірна одиниця частотного інтервалу, яка дорівнює інтервалу між двома частотами, з яких верхня гранична частота у два рази більша від нижньої.

При постійному шумі на робочому місці нормується рівень звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами **31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц** при безперервній дії шуму не менше чотирьох годин за робочу зміну.

Сукупність дев'яти нормативних рівнів звукового тиску на різних середньгеометричних частотах називають *граничним спектром*.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.

Характеристикою, а одночасно і індексом граничного спектра є рівень звукового тиску в октавній смузі 1000 Гц.

**Частота 1000 Гц в акустиці є стандартною частотою порівняння.**

Характеристикою стійкого шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску в октавних смугах у дБ.

Таким чином, в першому випадку *гранично допустимі рівні звукового тиску  $L$  (дБ)* нормуються в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

В другому випадку враховується шкала «А», яка встановлює сприйняття людиною рівнів звукового тиску на різних частотах (низьких, середніх, високих). Орієнтовна оцінка шуму допускається за загальним рівнем шуму, яка вимірюється по шкалі «А» шумоміра. Цей загальний рівень називається «**рівень звуку**» і позначається дБА.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.



Види трудової діяльності, приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Творча діяльність, конструювання, програмування, викладання і навчання і т. п.	80	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Адміністративно-управлінська діяльність, вимірювальні і аналітичні роботи в лабораторіях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Робота, яка потребує постійного слухового контролю, робота оператора, диспетчера	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, яка потребує зосередженості, в кабінетах спостереження і дистанційного управління,	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт за виключенням п.1-4) у виробничих приміщеннях і на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.



Слід зазначити, що норми встановлюють граничні значення параметрів шуму в різних виробничих приміщеннях залежно від характеру праці, а не від видів устаткування.

Рівень звуку  $L_A$ , дБА, пов'язаний з граничним спектром (ГС) залежністю

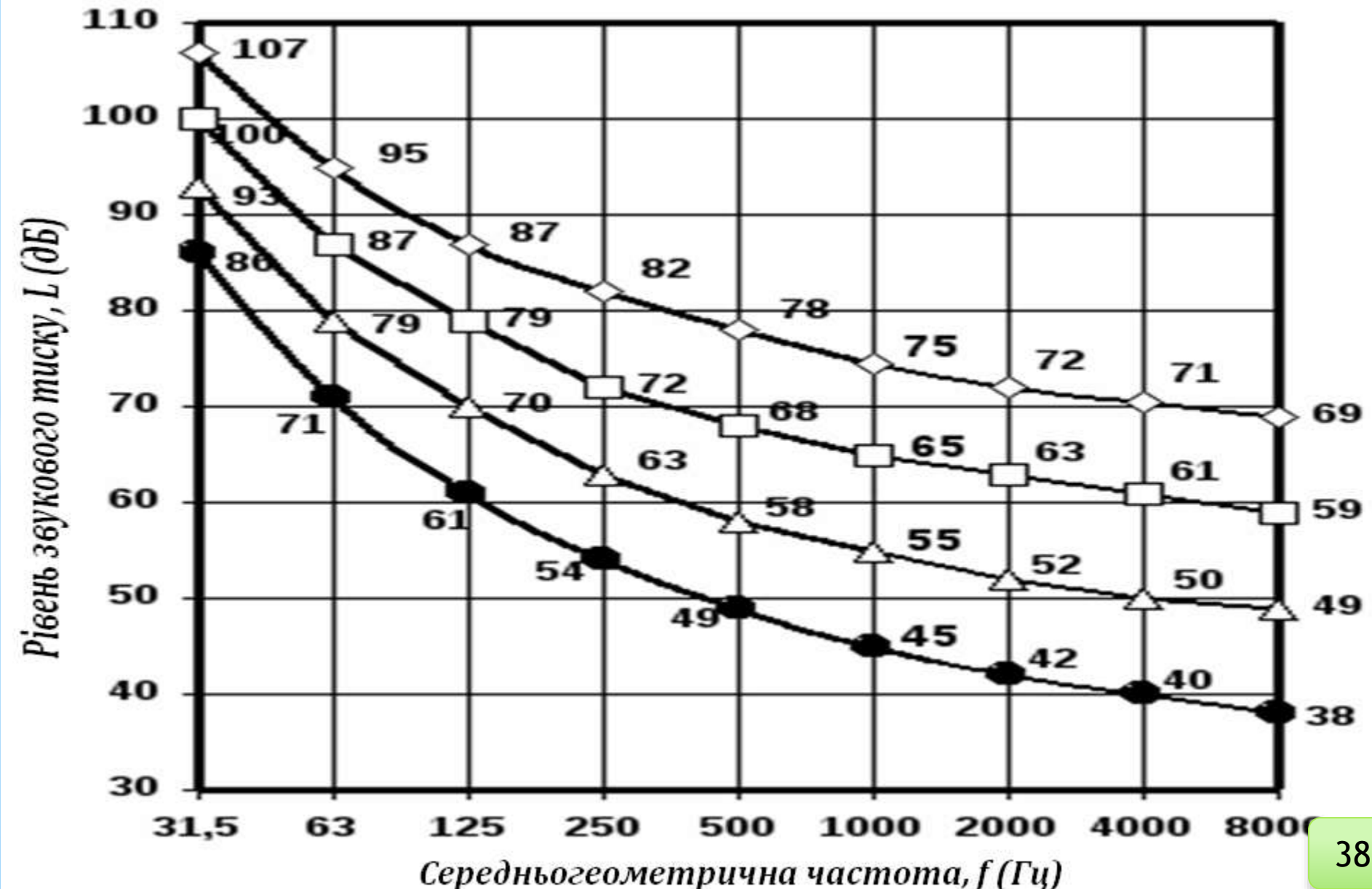
$$L_A = \text{ГС} + 5.$$

Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА.

Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 2. Нормування шуму та вібрації.



Гігієнічну оцінку вібрації згідно ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ частіше за все здійснюють з використанням методу частотного аналізу нормованих параметрів. При частотному аналізі нормованими параметрами є середні квадратичні значення *віброшвидкості*  $V$  м/с, *віброприскорення*  $a$  м/с<sup>2</sup>, і *рівня віброшвидкості*  $L_v$  дБ.

*Нормований діапазон частот встановлюється:*

- *для локальної вібрації* показники цих параметрів подані в октавних смугах з середньгеометричними частотами **1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;**
- *для загальної вібрації* – в октавних смугах або 1/3 октавних смуг із середньгеометричними частотами **0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; ...; 50; 63; 80 Гц.**



# Дисципліна ООП. Лекція № 8



## 3. Захист від шуму та вібрації.

Заходи та засоби захисту від шуму поділяються на *колективні* та *індивідуальні*, причому останні застосовуються лише тоді, коли заходами та засобами колективного захисту не вдається знизити рівні шуму на робочих місцях до допустимих значень.

*Призначення* засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) від шуму - перекрити найбільш чутливі канали проникнення звуку в організм - вуха. Тим самим різко послаблюються рівні звуків, що діють на барабанну перетинку, а відтак - і коливання чутливих елементів внутрішнього вуха.

Такі засоби дозволяють одночасно попередити розлад і всієї нервової системи від дії інтенсивного подразника, яким є шум.

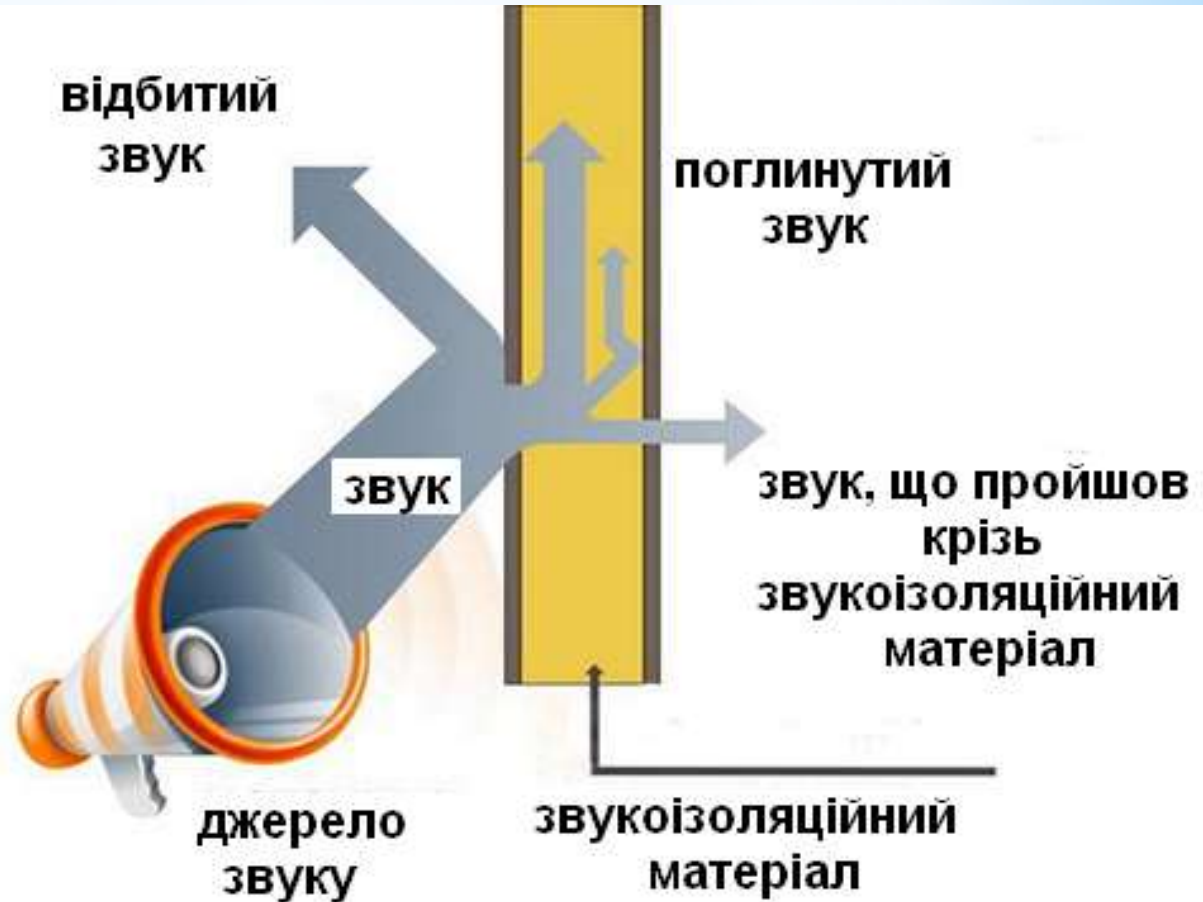




## Засоби звукоізоляції



## Засоби звукопоглинання



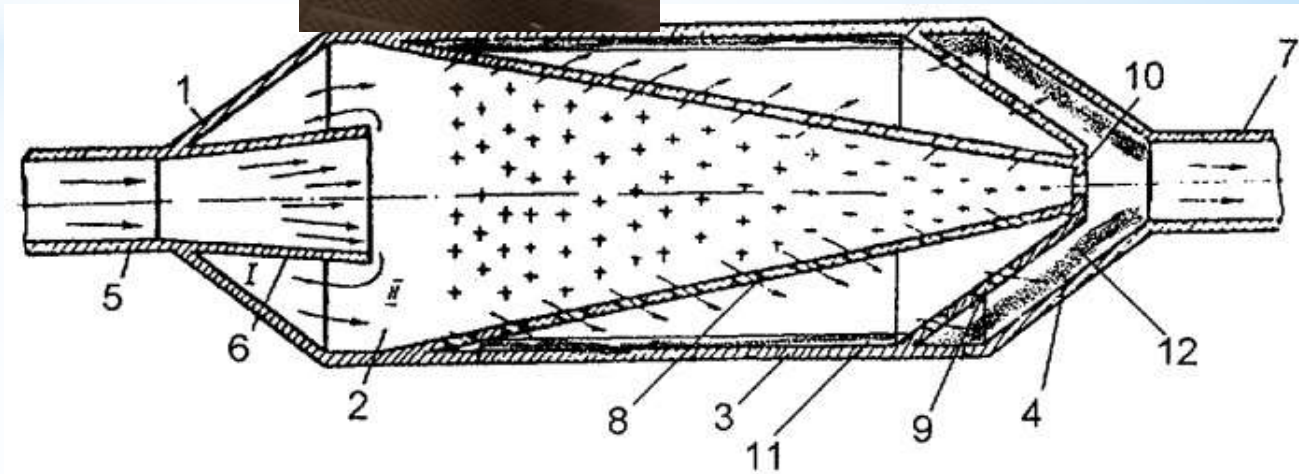
# Дисципліна ООП. Лекція № 8



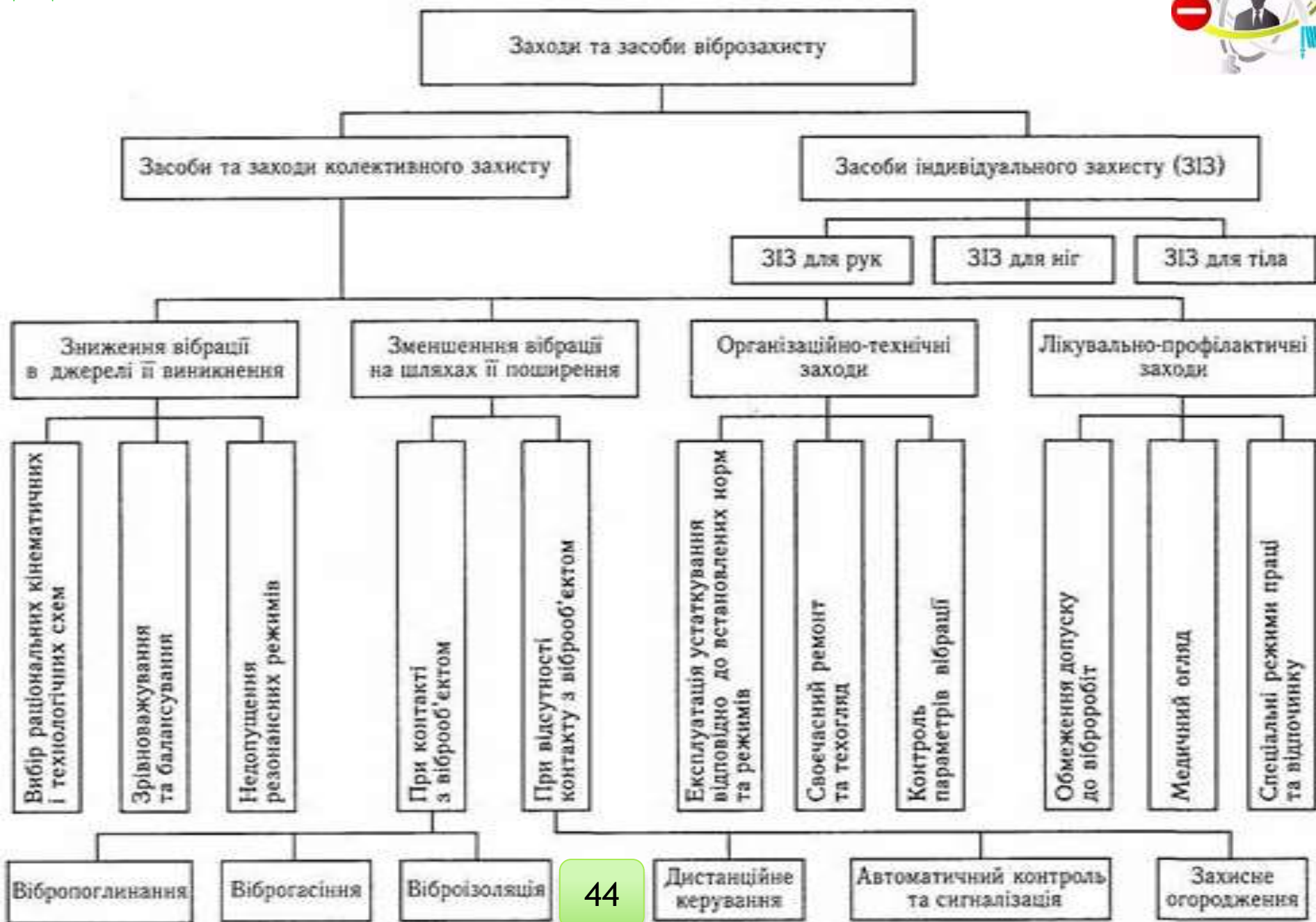
## Засоби віброізоляції та вібродемпферування



Глушники шуму



# Дисципліна ООП. Лекція № 8



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## Засоби індивідуального захисту



# Дисципліна ООП. Лекція № 8



## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку

Особливості інфразвуку спричинені великою довжиною звукової хвилі. Інфразвук при однакових звукових потужностях відрізняється від акустичних та ультразвукових коливань значно більшими амплітудами коливальних зміщень.

Поглинання інфразвукової енергії в атмосфері є дуже малим і становить від  $10^{-5}$  до  $10^{-8}$  дБ/км залежно від частоти коливань. Цим пояснюється поширення інфразвуку на великі відстані.

Крім того, чим більше довжина хвилі, тим сильніше виявляється явище дифракції (обгинання перешкоди). Завдяки цьому інфразвуки легко проникають у приміщення та обминають перешкоди, що затримують чутні звуки.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку



Найбільші рівні інфразвукового тиску були зареєстровані на моторовипробувальних станціях (132 дБ), при роботі компресорів (90-115 дБ), вібростолів та віброплощадок (110-120 дБ), бетономішалок (95 дБ).

Джерелом інфразвуку є легкові та вантажні автомобілі (110-115 дБ та 95-105 дБ, відповідно). При роботі вентиляційних систем та систем кондиціонування рівні тиску на окремих інфразвукових частотах становили 80-90 дБ.

Інфразвукові коливання несприятливо впливають на функціональний стан ряду систем організму. У виробничих умовах при дії інфразвуку працівники найчастіше скаржаться на відчуття втоми, головний біль, сонливість, запаморочення, розслабленість.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку



При дії інтенсивного інфразвуку найбільш специфічними є скарги на тиск у вухах, відчуття вібрації грудної клітки, черевної стінки, шлунка. Тривалий вплив інфразвуку призводить до зниження слуху, особливо у низькочастотній області, підвищення артеріального тиску, появи гіпервентиляції легень, підвищення збудливості вестибулярного апарату. Встановлено також, що інфразвук викликає порушення у психоемоційній сфері.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку



*За часовими характеристиками інфразвук поділяють на дві групи:*

- **постійний**, рівень звукового тиску якого за шкалою «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється не більш ніж на 10 дБ за одну хвилину спостереження;
- **непостійний**, рівень звукового тиску якого за шкалою «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється більш ніж на 10 дБ за одну хвилину спостереження.

На робочих місцях *параметри постійного інфразвуку*, що нормуються, є рівнями звукового тиску в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 2; 4; 8; 16 Гц у децибелах.

Для *непостійного інфразвуку параметром*, що нормується, є загальний еквівалентний рівень звукового тиску за шкалою «Лінійна» шумоміра у дБ лін.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8



## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку

Санітарні норми ДСН 3.3.6.037-99 встановлюють допустимі рівні інфразвуку на робочих місцях (табл. 3).

Таблиця 3

Допустимі рівні інфразвуку на робочих місцях

Допустимі рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБ лін.
2	4	8	16	
105	105	105	105	100

Інфразвукове нормування у навколишньому середовищі виконують за санітарними нормами ДСН 3.3.6.037-99, згідно з якими рівень звукового тиску на частотах 2, 4, 8, 16, 31,5 Гц не повинен перевищувати 90 дБ.

Усередині будинків рівень інфразвуку не нормується.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку



**Боротьба з несприятливим впливом виробничого інфразвуку включає цілий комплекс заходів:**

1) *послаблення інфразвуку у його джерелі, усунення причин його виникнення (забезпечення та зберігання точного центрування та балансування великих елементів, що обертаються; зміна частоти обертання; «відстроювання» частоти обертання від резонансної частоти будівельних конструкцій);*

2) *ізоляція інфразвуку – застосування спеціальних замкнених оболонок – кабін великої жорсткості для захисту персоналу;*

3) *поглинання інфразвуку, установлення глушників.*

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 4. Особливості інфразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від інфразвуку



Поглинання відбувається у результаті згинаючих коливань панелі за рахунок її внутрішнього тертя, а також втрат енергії у повітряному проміжку.

Найбільших значень коефіцієнт звукопоглинання досягає в області резонансних частот системи;

4) *індивідуальні засоби захисту* (спеціальні пояси, що дозволяють зменшити ступінь струсу органів черевної порожнини та грудної клітки);

5) *медична профілактика*:

- профвідбір;
- періодичні медичні огляди;
- правильний режим праці та відпочинку.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8

## 5. Особливості ультразвукових коливань, вплив на людину, нормування, захист від ультразвуку



Ультразвукові хвилі можуть поширюватись у будь-якому середовищі: рідкому, твердому, газоподібному.

Швидкість поширення у цих середовищах різна і залежить від властивостей середовища. Частотна характеристика і довжина хвилі (менша, ніж у чутних звуків) значною мірою визначають особливості поширення ультразвукових коливань у навколишньому середовищі.

**Ультразвук за способом передачі від джерела до людини буває:**

- **повітряним**, що передається через повітряне середовище;
- **контактним**, що передається на руки працюючої людини через тверде або рідке середовище.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8



За спектром ультразвук поділяють на дві групи:

1. **низькочастотний**, коливання якого передаються людині повітряним та контактним шляхом (від  $1,2 \cdot 10^4$  до  $1,0 \cdot 10^5$  Гц);
2. **високочастотний**, коливання якого передаються людині тільки контактним шляхом (від  $1,0 \cdot 10^5$  до  $1,0 \cdot 10^9$  Гц).

Вплив ультразвуку на організм людини спричиняє головний біль; втому; підвищену збудливість; закладеність у вухах; відхилення з боку вестибулярного, слухового, зорового та інших аналізаторів; порушення ендокринних та обмінних процесів; зміни функції серцево-судинної системи.

У вираженій стадії захворювання відбувається органічне враження ЦНС, можливі діенцефальні кризи, психічні порушення, втрата працездатності.

# Дисципліна ООП. Лекція № 8



*Нормованими параметрами ультразвуку, утвореного коливаннями повітряного середовища у робочій зоні, є рівні звукового тиску  $L_V$  (дБ) у 1/3-октавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 50,0; 63,0; 80,0; 100 кГц. Нормованим параметром ультразвуку, що передається контактним шляхом, є пікове значення віброшвидкості у частотному діапазоні від 0,1 до  $1,0 \cdot 10^3$  МГц або його логарифмічний рівень у дБ, який визначається за формулою:*

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

де  $V$  – пікове значення віброшвидкості, м/с;  $V_0$  – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює  $5 \cdot 10^{-6}$  м/с.



# Дисципліна ООП. Лекція № 8



Для ультразвуку при контактній г.  
допускається застосовувати як параметр, що  
нормується, інтенсивність у ватах на квадратний  
сантиметр ( $\text{Вт}/\text{см}^2$ ).

**Допустимий рівень ультразвукового тиску  
встановлюється ДСН 3.3.6.037-99 та ГОСТ 12.1.001-89.**

Заходи боротьби з несприятливим впливом  
ультразвуку на організм людини аналогічні заходам  
захисту від чутних звуків:

1) *зменшення випромінювання звукової енергії у  
джерелі при проектуванні (за рахунок підвищення  
номінальних робочих частот УЗ установок);*



2) локалізація дії ультразвуку конструктивними та планувальними рішеннями (розміщення УЗ-приладів в окремих приміщеннях, кабінах з дистанційним керуванням; улаштування систем блокування, застосування кожухів, екранів, облицювання кабін та приміщень звукопоглинаючими матеріалами та ін.);

3) організаційно-профілактичні заходи (інструктаж, раціональний режим праці та відпочинку, медичні огляди, тимчасове або повне усунення від роботи в умовах інтенсивного ультразвуку);

4) індивідуальні засоби захисту (протишуми, укладки).