

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
імені О.О. БОГОМОЛЬЦЯ

**«Затверджено»**

На методичній нараді  
кафедри гігієни та екології №1

**Завідувач кафедри**

член-кореспондент НАМН України,  
професор В.Г. Бардов \_\_\_\_\_

31 серпня 2017 р.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДЛЯ СТУДЕНТІВ**

<i>Навчальна дисципліна</i>	Гігієна та екологія
<i>Модуль №1</i>	Загальні питання гігієни та екології
<i>Змістовий модуль №</i>	Гігієна праці
<i>Тема заняття</i>	МЕТОДИКА ГІГІЄНИЧНОЇ ОЦІНКИ ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ
<i>Курс</i>	3-й, 5-6 семестри
<i>Факультет</i>	Медичний 1

Укладач: доцент Анісімов Є.М.

Київ – 2017/2018 н.р.

### **Актуальність теми.**

Створення нових галузей промисловості та інтенсифікації технологічних процесів, що супроводжуються збільшенням рівнів шуму і вібрацій, розширенням діапазону коливань у бік ультразвукових та інфразвукових частот, в умовах психоемоційного напруження та інтелектуалізації трудових процесів, ставлять додаткові вимоги до організму людини в процесі її трудової діяльності.

Значна кількість виробничого устаткування в процесі роботи характеризується механічними коливаннями різної частоти. Це створює найрізноманітніші за рівнем та спектром шуми та вібрації.

### **1. Конкретні цілі.**

1.1. Закріпити та доповнити теоретичні знання студентів про шум, вібрацію як факторів виробничого середовища та їх вплив на організм і здоров'я.

1.2. Оволодіти методиками і засобами вимірювання та гігієнічної оцінки параметрів шуму і вібрації.

### **2. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція).**

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
Анатомія людини	1. Аналізувати інформацію про будову тіла людини системи що його складають, органи і тканини.
Медична і біологічна фізика	1. Пояснювати фізичні основи та біофізичні механізми дії зовнішніх факторів на системи організму людини. 2. Пояснювати фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній апаратурі. 3. Трактувати загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі життєдіяльності людини.
Медична хімія	1. Трактувати загальні фізико-хімічні закономірності, що є в основі процесів життєдіяльності людини.
Нормальна фізіологія	1. Аналізувати стан здоров'я людини за різних умов на підставі фізіологічних критеріїв.
Медична біологія	1. Біологічні основи профілактики інвазійних хвороб. 2. Вплив факторів навколишнього середовища на адаптаційні можливості людини

### **3. Організація змісту навчального матеріалу.**

#### **3.1. Зміст теми:**

**В результаті вивчення теми студент повинен:**

##### **Знати:**

1. Основи анатомії та фізіології слухового аналізатора
2. Фізичні основи акустики, вібрації.
3. Класифікації та основні джерела шуму, вібрації.
4. Біологічну дію шуму, вібрації та заходи профілактики їх несприятливого впливу на організм людини.

##### **Вміти:**

1. Користуватися шумоміром та аналізатором спектру шуму і вібрації.
2. Визначати слуховий поріг за допомогою аудіометра.

#### **3.2. Теоретичні питання до заняття:**

- 3.2.1. Звук, шум. Визначення поняття.
- 3.2.2. Фізичні характеристики шуму, одиниці його вимірювання.
- 3.2.3. Інтенсивність звуку, визначення поняття гучності.
- 3.2.4. Діапазон частот звуку, що сприймаються органом слуху людини.
- 3.2.5. Класифікації шуму.
- 3.2.6. Дія шуму на орган слуху. Специфічна та неспецифічна дія шуму. Шумова хвороба. Поняття звукового комфорту, заходи боротьби з шумом.
- 3.2.7. Визначення вібрації. Класифікація вібрацій.
- 3.2.8. Фізичні характеристики вібрації. Віброшвидкість та віброприскорення. Одиниці вимірювання параметрів вібрацій, їх спектральний склад. Струси. Прямолінійні та кутові прискорення і перевантаження.
- 3.2.9. Біологічна дія вібрації, основні симптоми вібраційної хвороби.
- 3.2.10. Прилади для вимірювання рівнів та спектрального складу шуму і вібрації, порядок роботи з ними.
- 3.2.11. Заходи по зниженню несприятливої дії шуму і вібрації на організм людини. Основи та принципи гігієнічного нормування шуму і вібрації.

#### **4. Завдання (задачі) для самопідготовки.**

- 4.1. Визначте в дБ рівень звукового тиску  $P=2 \cdot 10^2$  н/м<sup>2</sup>.
- 4.2. Звуковий тиск в цеху № 1  $P=2 \cdot 10^2$  н/м<sup>2</sup>, в цеху № 2  $P=2 \cdot 10^{-2}$  н/м<sup>2</sup>. На скільки дБ рівень шуму у цеху №1 більший, ніж у цеху №2?
- 4.3. У скільки разів шум приміщення, орієнтованого вікнами до проїзної частини вулиці (60 дБ), більший ніж шум тієї ж частоти в приміщенні з вікнами, орієнтованими у двір (40 дБ)?
- 4.4. Визначте загальний рівень шуму в цеху, де працюють 3 станки, які створюють відповідно рівень звукового тиску 90, 80 і 75 дБ?
- 4.5. Рівень шуму на відстані 1 м від працюючої центрифуги складає 75 дБА.

Чому він буде дорівнювати на відстані 10м?

4.6. У скільки разів буде перевищувати силу звуку одного з двох працюючих станків, якщо різниця інтенсивностей їх шуму дорівнює 20 дБ?

4.7. Проведено заміри параметрів вібрації в генераторному цеху електростанції. Результати замірів:

Середньгеометрична частота октавних смуг, Гц	32	63	125	250	500	1000
Рівень віброшвидкості, дБ	92	105	112	110	98	92
Рівень віброприскорення, м/сек <sup>2</sup>	25	28	30	31	39	44

Складіть спектрограму. Дайте гігієнічну оцінку одержаним результатам. При вирішенні задач скористуйтесь додатками до теми заняття.

### 5. Структура та зміст заняття.

Заняття лабораторне. Воно починається з опитування студентів (перевірка вихідного рівня знань). Студенти отримують від викладача умови ситуаційних задач, інструкції роботи з приладами, витяги з нормативних документів та інше. В окремій кімнаті створюється лабораторія по генерації і вимірюванню параметрів шуму та вібрації за допомогою приладів "ШУМ-1-М", "ВШВ-003". Крім того демонструється аудіометр клінічний (АК). При можливості заняття можна провести на діючому підприємстві.

### 6. Практичні роботи (завдання), які виконуються на занятті:

Самостійна робота студентів включає: засвоєння порядку роботи з шумоміром, основних правил проведення тональної аудіометрії, розв'язування ситуаційних задач, вимірювання загального рівня шуму, рівня звукового тиску в октавних смугах частот шуму і вібрації та стійкості слухового аналізатора до дії шуму. Джерелом шуму є магнітофонний запис шумів різного походження, сили, частоти. Крім цього, студенти визначають рівень шуму під час розмови, при закритих та відкритих вікнах (вуличний), при роботі технічного обладнання (центрифуги) в різних режимах. Результати вимірювання студенти вносять у протокол, порівнюють з гігієнічними нормативами, роблять висновки та пропозиції. Кінцевий рівень знань студентів викладач контролює шляхом перевірки протоколів та опитування студентів, виставляє оцінку.

### 7. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент на занятті:

Шум	З фізичної точки зору шум - хаотичні пружні коливання повітряного середовища різної частоти, сили, ритму. (Музика - гармонійні пружні коливання повітря). З гігієнічної точки зору шум - всякі звуки, що заважають люди-
-----	---

	ні працювати, відпочивати, спати, викликають негативну подразливу дію.
Частота звуку (шуму)	Частота звуку чи шуму виражається в герцах (Гц) - кількості коливань за секунду.
Октава	діапазоні звуків, верхня межа якого в 2 рази більша нижньої (16-32 Гц; 100-200 Гц і т.д.).
Класифікація шуму за частотою	За частотою шум класифікується на: низькочастотний, середньочастотний, високочастотний; тональний (коли звучить одна частота) вузькополосний (звучать 1-3 октави), широкополосний (4-6 октав), "білий" (звучать всі частоти).
Часова класифікація шуму	За часовою класифікацією шум поділяється на: безперервний (постійний), переривчастий (ритмічний і аритмічний) та імпульсний (ударний).
В і б р а ц і я -	ритмічні коливання твердих тіл різної частоти і сили, при яких відбувається почергове збільшення та зменшення у часі характеризуючих її значень.
Вібрація характеризується	амплітудою коливань, віброшвидкістю у мм/сек., віброприскоренням у м/сек <sup>2</sup> .
Класифікація вібрації за механізмом дії на організм	розрізняють: - загальну вібрацію робочого місця (підлоги, сидіння), яка буває вертикальною ("вверх-вниз") та горизонтальною ("передньо-задня", "бокова"); - локальну вібрацію механізмів управління (важелів, рукояток інструментів), яка діє на руки та ноги, а часто і на груди при необхідності натискування на руки з інструментом.
Класифікація вібрації за частотою	За частотним складом вібрацію поділяють на низькочастотну (в межах октав 2, 4, 8, 16 Гц), середньочастотну (8, 16, 31,5, 63 Гц) та високочастотну (31,5, 63, 125,250,500, 1000 Гц).

## 8. Рекомендації для оформлення протоколу.

### В протокол необхідно внести:

Порядок роботи з шумоміром, основні правил проведення тональної аудіометрії, розв'язування ситуаційних задач, вимірювання загального рівня шуму, рівня звукового тиску в октавних смугах частот шуму і вібрації та стійкості слухового аналізатора до дії шуму.

### 9. Додатки.

Додаток 1

#### Фізичні характеристики та класифікації шуму

З фізичної точки зору шум - хаотичні пружні коливання повітряного середовища різної частоти, сили, ритму. (Музика - гармонійні пружні коливання повітря).

З гігієнічної точки зору шум - всякі звуки, що заважають людині працювати, відпочивати, спати, викликають негативну подразливу дію.

Частота звуку чи шуму виражається в герцах (Гц) - кількості коливань за секунду та в октавах - діапазоні звуків, верхня межа якого в 2 рази більша нижньої (16-32 Гц; 100-200 Гц і т.д.). Людським вухом сприймаються частоти 16-20000 Гц, що вкладається в 10 октав.

За частотою шум класифікується на: низькочастотний, середньочастотний, високочастотний; тональний (коли звучить одна частота) вузькополосний (звучать 1-3 октави), широкополосний (4-6 октав), "білий" (звучать всі частоти).

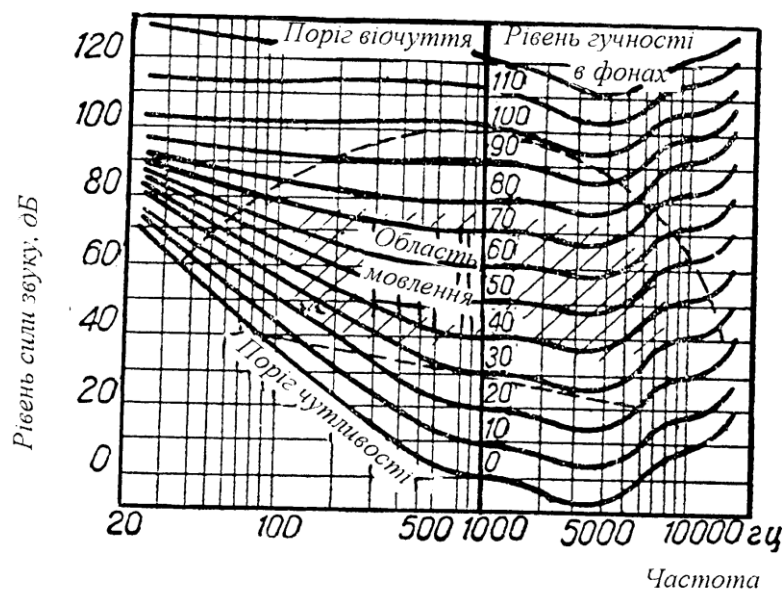
Сила звуку залежить від амплітуди коливань повітря і виражається в одиницях енергії - в звуковому тиску і вимірюється в ньютонках на метр квадратний ( $\text{Н/м}^2$ ). Людським вухом звуковий тиск сприймається в межах  $2 \cdot 10^{-5}$  -  $2 \cdot 10^{1,5}$   $\text{Н/м}^2$ , охоплює біля 1 млн цих одиниць і унеможливорює їх використання для вимірювання сили шуму на практиці.

А тому використовують рівень інтенсивності, чи сили звукового тиску - відношення сили даного звуку в  $\text{Н/м}^2$  (P) до її порогового значення  $P_0$ , рівного  $2 \cdot 10^{-5}$  і виражають в децибелах (дБ) - десятій частині логарифма (показника ступеню) звукового тиску. Так, рівень верхнього (больового) порогу звукового тиску (L) складе:

$$L = 20 \lg \frac{2 \cdot 10^{1,5}}{2 \cdot 10^{-5}} = 20 \lg^{6,5} = 20 \cdot 6,5 = 130 \text{ дБ}$$

Звідси, при збільшенні рівня звукового тиску на 2 дБ звуковий тиск в  $\text{Н/м}^2$  збільшується в 2 рази, на 3 дБ - 3 рази, на 7 дБ - 7 разів і т.д.

Звуки різної частоти сприймаються вухом неоднаково: низькочастотні при одному і тому ж рівні звукового тиску більш тихі, а високочастотні більш гучні. Тому введена фізіологічна величина сприйняття звуків - г у ч н і с т ь , одиницею вимірювання якої є ф о н и (децибелі гучності). Для переводу децибел в фоні і навпаки користуються спеціальними графіками Робінсона і Датсона, приведеними у відповідних підручниках (мал. 1).



Мал. 1 Графік Робінзона і Датсона.

(горизонтальні лінії – рівень сили звуку у дБ; криві лінії – гучність звуку у фонах)

Для порівняння: якщо поріг гучності при 1000 Гц прийняти за 0 дБ то при 30 Гц він на 63 дБ вищий, а при 4000 Гц - на 10 дБ нижчий.

Існує також часова класифікація шуму, згідно якої шум поділяється на : безперервний (постійний), переривчастий (ритмічний і аритмічний) та імпульсний (ударний).

Згідно впливу на організм, звуки однієї й тієї ж гучності діють на організм неоднаково, у залежності від частоти: низькочастотні значно менш шкідливі, а високочастотні - більш шкідливі, ніж середньочастотні (стандартні, 1000 Гц). Так, нижній поріг шкідливої дії звуку при 1000 Гц складає 30 дБ, а при 60 Гц - 65 дБ, при 8000 Гц - 23 дБ.

Звідси, в основу гігієнічного нормування шуму покладені не лише об'єкти нормування (вулиця, житло, учбові, службові, лікарняні, виробничі приміщення), а і частотний спектр шуму (табл. 1).

Для визначення рівнів шуму в середньооктавних смугах користуються аналізатором спектру шуму чи шуму та вібрації (додаток 4.)

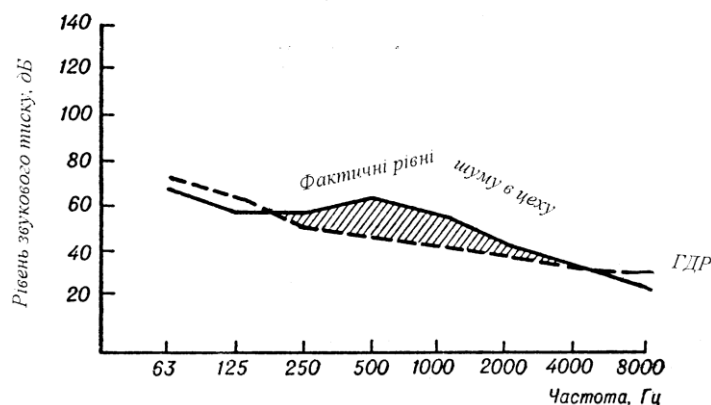
На підставі результатів цих вимірювань і нормативних рівнів таблиці 1 будують спектрограму шуму, яка дозволяє виявити частоти, при яких фактичний шум на досліджуваному місці перевищує гранично допустимі рівні, і складати обґрунтовані висновки (мал. 2).

Таблиця 1

Гранично допустимі рівні шуму на робочих місцях  
(витяг з Держстандарту 12.1.003-83)

Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами								Еквівалентні рівні звуку (дБА)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення конструкторських бюро, програмістів	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами								Еквівалентні рівні звуку (дБА)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних робіт і обробки експериментальних даних, прийому хворих у медичних пунктах.									
Приміщення управління, робочі кімнати.	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Кабіни спостереження і дистанційного управління:									
- без розмовного зв'язку телефоном	94	87	82	78	75	73	71	70	80
- з розмовним зв'язком телефоном	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення і ділянки точної збірки, машинописні бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення лабораторій для проведення експериментальних робіт, розміщення агрегатів обчислювальних машин, створюючих шум.	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця і робочі зони в виробничих приміщеннях та на території підприємств, постійні робочі місця стаціонарних машин (сільськогосподарських, гірничих та ін.).	99	92	86	83	80	78	76	74	85



Мал. 2. Спектрограма шуму



При відсутності аналізатора спектра шуму, його вимірюють за допомогою шумоміра (додаток 3, мал. 33.3), а результат виражають в інтегральних показниках рівнів шуму - децибелах А (дБА) і оцінюють за останньою колонкою Держстандарту (табл. 1).

Сумарні рівні шуму від різних джерел розраховують за спеціальними формулами (додаток 2).

Додаток 2

## УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ до методики розрахунків сумарних рівнів шуму

1. Сумація шумів однакових рівнів здійснюється за формулою:

$$I_{\text{сум}} = I_0 + 10 \lg n \quad (1.1.)$$

де:  $I_{\text{сум}}$  - сумарний рівень шуму

$I_0$  - рівень шуму одного джерела

$n$  - кількість джерел

$$\lg 2 = 0,3$$

$$\lg 5 = 0,7$$

$$\lg 8 = 0,9$$

$$\lg 3 = 0,5$$

$$\lg 6 = 0,8$$

$$\lg 9 = 0,95$$

$$\lg 4 = 0,6$$

$$\lg 7 = 0,85$$

$$\lg 10 = 1,0$$

*Приклад:* працює три двигуни з рівнем шуму кожний по 70 дБ.  $I_{\text{сум}} = I_0 + 10 \lg n = 70 + 10 \lg 3 = 70 + 10 \cdot 0,5 = 75$  дБ

2. Сумація шумів різних рівнів шуму здійснюється за формулою:

$$I_{\text{сум}} = I_{\text{max}} + \Delta L_1 + \Delta L_2 + \dots \Delta L_n \quad (2.1.)$$

де:  $I_{\text{сум}}$  - сумарний рівень шуму;

$I_{\text{max}}$  - максимальний рівень шуму одного джерела;

$\Delta L_{1,2 \dots n}$  - величина додатку до максимального рівня, знаходиться в таблиці на підставі різниці між максимальним рівнем шуму і шуму від даного джерела  $L_n$ :

$I_{\text{max}} - A_n$ або $I_1 - I_n$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta L$	3	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

*Приклад:* працює 4 станки з відповідним рівнем шуму 1-94 дБ; 2-86 дБ; 3-84 дБ; 4-70 дБ.

$$I_{\text{сум}} = I_{\text{max}} + \Delta L_1 + \Delta L_2 + \dots \Delta L_n$$

$$1. 94 - 86 = 8 \text{ (дБ) по таблиці } \Delta L_1 = 0,6$$

$$I_{\text{сум}} 1 = 94,6 \text{ дБ}$$

$$2. 94,6 - 84 = 10,6 \text{ (дБ) по таблиці } \Delta L_2 = 0,4$$

$$I_{\text{сум}} 2 = 95,0 \text{ дБ}$$

$$3. 95 - 70 = 25 \text{ (дБ) по таблиці } \Delta L_3 = 0,0$$

$$I_{\text{сум}} 3 = 95,0 \text{ дБ}$$

Результат:  $I_{\text{сум}} = 95,0$  дБ

3. Послаблення шуму відстанню розраховується за формулою:

$$I_1 = I_0 - 20 \lg N/n,$$

де:  $I_1$  -рівень шуму на відстані  $N$  метрів, який потрібно встановити;

$I_0$  - відомий рівень шуму на відстані  $n$  метрів.

*Приклад:* рівень шуму працюючого компресора на відстані 5 метрів дорівнює 92 дБА.

Яким буде рівень шуму на відстані 50 метрів при тих же умовах (без перешкод для розповсюдження звукових хвиль)?

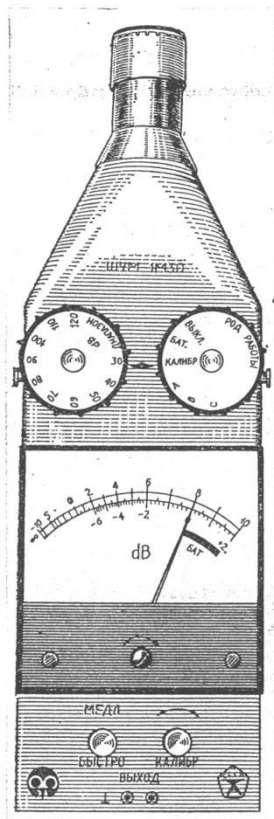
$$I_1 = 92 - 20 \lg 50/5 = 92 - 20 \cdot \lg 10 = 92 - 20 \cdot 1 = 72 \text{ дБА} \quad (\lg 10 = 1).$$

4. Залежність між інтенсивністю та силою звука:

Різниця між інтенсивностями (ДБ)	3	6	9	20	40	60	80
Відповідна різниця між силою звуків (в скільки то разів)	2	4	8	10	100	1000	10000

Додаток 3

### УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ до методики вимірювання шуму шумоміром ШУМ-1-М (мал. 3)



Мал. 3. Шумомір типу „ШУМ-1М”

#### Підготовка приладу до роботи

1. Прилад розташовують поблизу джерела шуму.

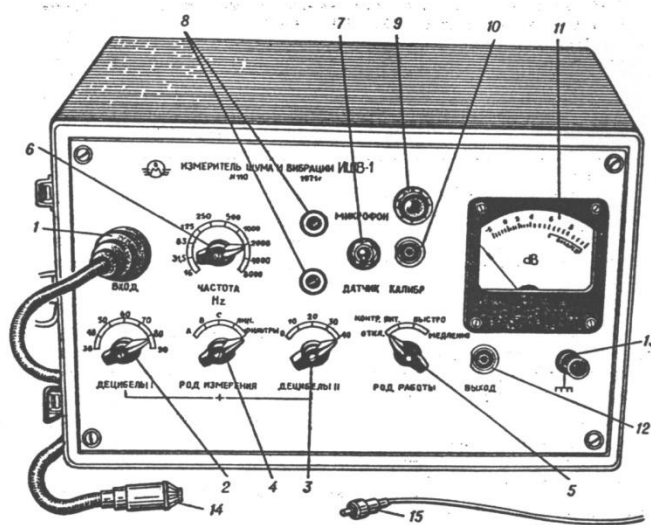
2. Капсуль мікрофона нагвинчують на електронний блок.
3. Перемикач "Швидко - Повільно" встановлюють в положення "Швидко".
4. Перемикачем "Діапазон" підбирається очікуваний рівень звуку.
5. Перемикач "Рід роботи" переводять в положення "Бат" (стрілка повинна знаходитися у лівій частині чорного сектора, в іншому випадку потрібно замінити батарею).
6. Перемикач "Рід роботи" переводять в положення "Калібр." і за допомогою ручки "Калібр." встановлюють стрілку на установочний рівень капсуля мікрофону.

### Проведення вимірювань

7. Перемикач "Рід роботи" встановлюють на характеристику А (а коли потрібно - на характеристику В або С).
8. Перемикач "Діапазон" повертають ліворуч, або праворуч з тим, щоб стрілка знаходилася в межах від 0 до 10 дБ.
9. Знімають результат виміру: до значення дБ перемикача "Діапазон" додають (якщо стрілка шкали приладу знаходиться праворуч від нуля) або віднімають (якщо стрілка приладу знаходиться ліворуч від нуля) показання стрілки шкали приладу, також дБ. Наприклад, 60 дБ перемикача "Діапазон" + 3,5 дБ шкали = 63,5 дБ.
10. Після закінчення вимірів перемикач "Рід роботи" встановлюють в положення "Вимкнено".

Додаток 4

## УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ для роботи з вимірювачем шуму і вібрації ВШВ-003 (мал. 4)



Мал. 4. Вимірювач шуму, вібрації „ВШВ-003”

**Призначення приладу** - для вимірювання і частотного аналізу параметрів шуму та вібрації при виконанні наукових робіт та для боротьби з постійним шумом згідно ДСТ 12.1.003-76 та вібрацією в виробничих приміщеннях.

**Принцип роботи приладу.** Вимірювач ВШВ-003 побудований на принципі перетворення звукових та механічних коливань досліджуваних об'єктів в пропорційні їм електричні сигнали, які потім підсилюються і вимірюються за допомогою вимірювального приладу.

**Підготовка приладу для вимірювання шуму та його спектрального складу.** Прилад ВШВ-003 може працювати від елементів 373 або від електричної мережі напругою 220 В. В цьому випадку прилад заземлюють через гніздо I. Механічним коректором (при необхідності) встановлюють стрілку приладу на нуль шкали.

Перемикач "Рід роботи" встановлюють в позицію -||- для контролю напруги елементів живлення. При достатній напрузі стрілка приладу повинна знаходитись в межах від 7 до 10 поділки шкали - + 10 дБ (нижня шкала, межі позначені зеленою рисою). Про наявність живлення свідчить також світіння одного із світлодіодів перемикача "Ділитель - дБ 1, 2". Перемикач "Рід роботи" переводять в положення F або S. Прилад готовий до роботи.

**Порядок роботи.** Перед початком вимірювання рівнів звуку (а також періодично в процесі вимірювання) проводять електричну калібровку вимірювача ВШВ-003 (за спеціальною методикою).

Вимірювання рівнів звукового тиску на частотних характеристиках "ЛН", С. В. А:

- кнопки "V", "1 kHz", "Фільтри октавні", "Н" повинні бути вимкнуті (не втоплені). Перемикач "Рід роботи" вимкнутий.

- перемикачі вимірювального приладу встановлюють в положення "Ділитель дБ 1" - 80, "Ділитель дБ II" - 50. Фільтри - на "ЛН", "Рід роботи" - на F.

При цьому засвічується світлодіод крайній праворуч, що відповідає значенню шкали 130 дБ МІ01 (верхня на панелі). Прилад прогрівається на протязі двох хвилин.

При вимірюваннях передпідсилювач МП-3 (мікрофон) слід тримати у витягнутій руці у напрямку джерела звуку. Якщо стрілка приладу знаходиться на початку шкали (нижньої), то вона виводиться в сектор - 10 шкали децибел спочатку перемикачем "Ділитель дБ 1", а потім перемикачем "Ділитель дБ II". Якщо періодично засвічується індикатор "Перегр.", то "Ділитель дБ 1" слід перемкнути на більш високий рівень.

При вимірюванні низькочастотних складових звуків можуть виникнути коливання стрілки приладу. У цьому випадку перемикач "Рід роботи" слід перевести з положення F в положення S.

Для визначення результатів вимірювання потрібно скласти значення світлодіоду по шкалі дБ МІ01 на передній панелі приладу і показання по шкалі децибел.

Вимірювання рівнів звукового тиску в октавних смугах частот проводиться лише в частотній характеристиці "ЛН" (тобто, при положенні перемикача "Фільтри" на "ЛН").

Натискають кнопку "Фільтри октавні". Перемикачем "Фільтри октавні" вмикають необхідні октавні фільтри, щоразу встановлюючи перемикачем "Ділитель дБ II" стрілку шкали децибел в рамках 0-10 дБ.

Перемикач "Ділитель дБ I" мусить залишатися в тому положенні, яке він займав при вимірюванні загальних рівнів звуку (при характеристиці "ЛН").

При звуковому тиску в умовах вітру, коли швидкість його перевищує 1 м/с,

слід користуватися екраном П-П (для захисту капсюля М101 від вітру). Вимірювання звукового тиску виконується, як сказано вище.

За результатами вимірювання креслять спектрограму (або використовують готовий бланк з нормативною кривою), наносять фактичні результати і дають оцінку частотам, які перевищують нормативні (мал.2)

Додаток 5

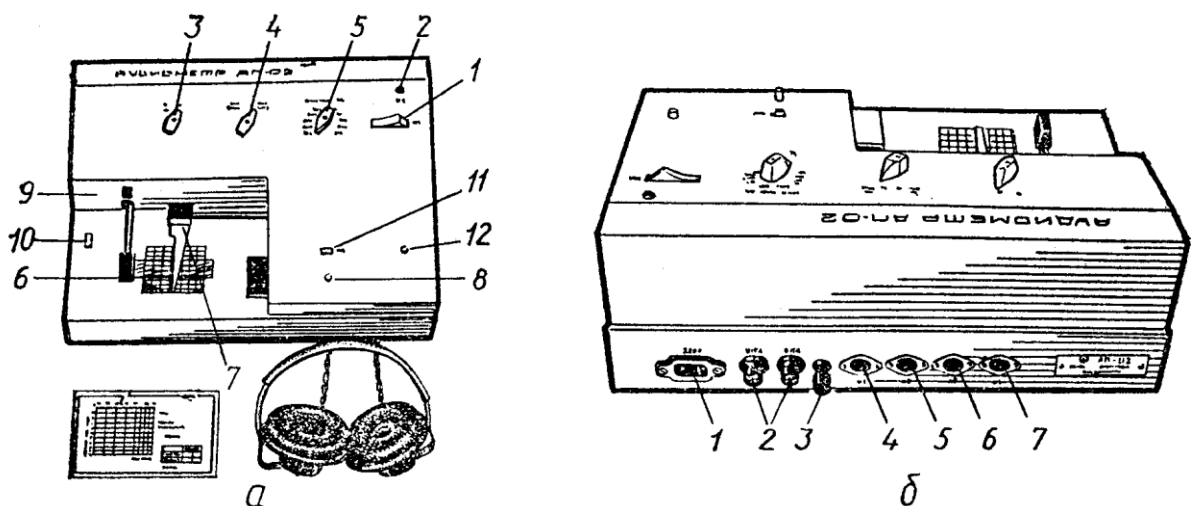
## УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ для визначення тональної аудіометрії аудіометром поліклінічним (АП) (мал.5)

Втрата слуху під впливом виробничого шуму у залежності від її ступеню визначається як слухове стомлення, слухова адаптація, кохлеарний неврит (шумова хвороба), професійна глухота.

Визначення втрати слуху під впливом виробничого шуму у працюючих проводиться методом аудіометрії згідно ДСТ 12.0.067-78 "ССВТ. Шум. Методи визначення втрати слуху людини".

Для оцінки стану слухового аналізатора частіше всього використовують метод визначення тимчасового і постійного зміщення порогу чутливості (ТЗПЧ і ПЗПЧ відповідно).

Для оцінки функціонального стану слухового аналізатора використовують аудіометри: клінічний (АК), призначений для детального клінічного обстеження; поліклінічний (АП) - для обстеження слухової функції людини в поліклініці; масовий (АМ) - для масової орієнтовної оцінки слухової функції. Крім цього, використовують аудіометри зарубіжного виробництва: "Ельза", "АУ-5", "МА-31", аудіометр - "ПМ-31" та інші.



Мал. 5. Аудіометр типу АП-02

а – зовнішній вигляд;

(1 – клавіша увімкнення у мережу; 2 – індикаторна лампа; 3 – перемикач режиму роботи; 4 – перемикач телефонів повітряної провідності; 5 – перемикач інтенсивності маскуючого шуму; 6 – перемикач інтенсивності тону; 7 – перемикач частот; 8 – кнопка для фіксації аудіограми; 9 – лампа відповідей пацієнта; 10 – перемикач „Переговори”; 11 – перемикач переривання подачі

тону; 12 – кнопка переривання подачі тону);

б – вигляд позаду;

(1 – вилка для увімкнення живлення; 2 – запобіжник; 3 – клемма для заземлення приладу; 4 – розетка для підключення кнопки пацієнта; 5 – розетка для телефона кісткової провідності; 6 – розетка для телефона повітряної провідності; 7 – розетка для мікрофона).

### **Порядок проведення тональної аудіометрії аудіометром поліклінічним (АП)**

У першу чергу слід зазначити, що аудіометрія повинна проводитися в сурдокамері (приміщення, де забезпечена повно тиша). Порядок проведення тональної аудіометрії наступний.

При вивченні повітряної провідності до вуха піддослідного через повітряний телефон подають звуки різних рівнів. Дослідження починається з подачі звука (тону) частотою 1000 Гц та інтенсивністю значно вищою порогової.

Тривалість звучання тону, що подається, біля 1-2 сек. Рівень звуку поступово знижують до тих пір, поки він перестає бути чутним, а потім посилюють до рівня ледь чутного. Таким чином слухову чутливість визначають на частотах 500, 200, 125, а потім — 2000, 4000, 8000 Гц.

Для визначення кісткової звукопровідності користуються "кістковим телефоном-вібратором", який притискають до сосцеподібного відростка. При цьому, щоб запобігти прослуховуванню другим (недосліджуваним) вухом, за допомогою спеціального пристрою на останнє подають маскуючий широкочастотний (білий) шум.

Послідовність визначення порогової слухової чутливості при кістковій провідності така ж сама, як при повітряній.

Для визначення тривкості органу слуху при роботі в умовах інтенсивного виробничого шуму користуються пробою Пейзера. При цьому після визначення порогів чутливості через повітряну і кісткову провідність тону в 1000 Гц через повітряний телефон посилають у вухо на протязі трьох хвилин той самий тон 1000 Гц інтенсивністю 100 дБ. Через 15 сек. після звукового навантаження знову визначають поріг чутливості на тій самій частоті. Після годинного відпочинку дослід повторюють, але звукове навантаження тієї ж інтенсивності та тривалості подається через "кістковий" телефон. Через 15 сек. після озвучення визначають поріг чутливості через кісткову провідність для тону частотою 1000 Гц. Результати проби оцінюють згідно даних таблиці 2.

Таблиця 2

#### **1. Оцінка стійкості органів слуху**

Підвищення порогів чутливості (дБ після навантаження за провідністю)		Оцінка
повітряною	кістковою	
5	0	Стійкий до шумової дії
6-10	0	Схильний до шумової дії
10	5	Надчутливий до шуму

## 2. Ступінь втрати слуху

Ступінь втрати слуху	Значення втрати слуху, дБ	
	на розмовних частотах (500,1000,2000Гц)	на частоті 4000 Гц
Ознаки дії шуму на орган слуху	менше 10 (500 гЦ- 5; 1000 Гц -10; 2000 Гц- 10 дБ)	менше 40
Перший ступінь (легке зниження слуху)	10-20	60±20
Другий ступінь (помірне зниження слуху)	21-30	65±20
Третій ступінь (значне зниження слуху)	31 і вище	70±20

Додаток 6

### Фізичні характеристики та класифікація вібрацій.

**В і б р а ц і я** - ритмічні коливання твердих тіл різної частоти і сили, при яких відбувається почергове збільшення та зменшення у часі характеризуючих її значень.

Вібрації характеризуються амплітудою коливань, віброшвидкістю у мм/сек., віброприскоренням у м/сек<sup>2</sup>.

Розрізняють вібрацію:

- транспортну, яка діє на операторів рухомих машин і засобів пересування по дорогах, місцевості;
- транспортно-технологічну, яка діє на операторів машин з обмеженим переміщенням в цеху, гірничих виробках тощо;
- технологічну, яка діє на операторів стаціонарних машин та на інших робітників через підлогу.

За механізмом дії на організм розрізняють:

- загальну вібрацію робочого місця (підлоги, сидіння), яка буває вертикальною ("вверх-вниз") та горизонтальною ("передньо-задня", "бокова");
- локальну вібрацію механізмів управління (важелів, рукояток інструментів), яка діє на руки та ноги, а часто і на груди при необхідності натискування на руки з інструментом.

Вертикальна вібрація діє вздовж вісі тіла, яка позначається буквою Z, а горизонтальна, передньо-задня та бокова - буквами X і Y.

Локальна вібрація позначається буквами X<sub>л</sub>, яка співпадає з віссю, що проходить через місце охвату рукою руля, інструменту, а вісі Z<sub>л</sub>, Y<sub>л</sub> - у напрямку прикладання сили руки.

За частотним складом вібрацію поділяють на низькочастотну (в межах октав 2, 4, 8, 16 Гц), середньочастотну (8, 16, 31,5, 63 Гц) та високочастотну (31,5, 63, 125,250,500, 1000 Гц).

Вимірювання вібрації проводять у трьох взаємоперпендикулярних напрямках

(за трьома вісями) за допомогою того ж приладу ВШВ-003 (мал.4) згідно інструкції додатку 7.

Гігієнічна оцінка локальної вібрації дається в октавних смугах середньо-геометричних частот 8, 16, 31,5, 63, 125, 250, 500 і 1000 Гц, а загальної вібрації - в октавних смугах з частотами 1, 2, 4, 8, 16, 31,5, 63 Гц або в третинооктавних смугах від 0,8 - 80 Гц. (табл. 3).

Таблиця 3

### Гранично допустимі рівні вібрації (Витяг з ДСТ12.1.12.-78)

#### 1. Норми локальної вібрації

Віброшвид- кість	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц							
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
м/с · 10 <sup>2</sup>	5,0	5,0	3,5	2,5	1,8	1,3	0,9	0,65
дБ	120	120	117	114	111	108	105	102

#### 2. Норми загальної вібрації

Віброшви- дкість	Віброшвидкість в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
Технологічна вібрація на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях підприємств						
м/с-10 <sup>2</sup>	1,3	0,45	0,22	0,2	0,2	0,2
дБ	108	99	93	92	92	95
В складах, їдальнях, побутових та інших приміщеннях						
м/с-10 <sup>2</sup>	0,5	0,31	0,089	0,079	0,079	0,079
дБ	100	91	85	84	84	84

Примітка: Норми встановлені для тривалості робочої зміни 8 годин.

#### 3. Нормативні рівні вібрації в житлових приміщеннях, дБ

Гранично допустимі рівні	Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
Віброшвидкість	79	73	67	67	67	67
Віброприскорення	25	25	25	31	37	43
Віброзміщення	133	121	109	103	97	97

Тривала дія вібрації на організм спричиняє до розвитку вібраційної хвороби, основними проявами якої є спазми судин кінців пальців рук (при локальній вібрації) чи ніг (при загальній вібрації), зниження їх температури, відчуття оніміння, втрата тактильної та температурної чутливості. Спазми судин супроводжуються сильними болями. У подальшому розвиваються атрофія м'язів, контрактури, деформації пальців та інше.



**ІНСТРУКЦІЯ**  
**для роботи з вимірювачем шуму і вібрації ВШВ-003**  
**при вимірюванні вібрації**

**1. Підготовка приладу.**

Перед початком вимірювань проводять електричну калібровку приладу. Вибирають тип детектора п'єзоелектричного віброперетворювача ДН-3 (при частотах 10-4000 Гц і динамічному діапазоні  $5 \cdot 10^{-3} - 10^3$  м/с), або ДН-4 (при частотах 10 - 10 000 Гц і динамічному діапазоні  $5 \cdot 10^{-2} - 10^3$  м/с<sup>2</sup>).

Перехідником і кабелем (5 м) передпідсилювач ПМ-3 з'єднують з приладом. Вхід перехідника з'єднують кабелем (0,5 м) з гніздом 50 м вимірювального приладу.

При електричній калібровці перемикачі приладу встановлюють в положення: - "Ділитель І" - 40; "Ділитель ІІ" - 5; "Фільтри" - "ЛІН"; "Рід роботи" - F (швидко) або S (повільно).

При натискуванні кнопки "Калібр." після 2 хв. установалення робочого режиму потенціометром  $\Delta$  виводять стрілку показуючого приладу на відмітку шкали 0-10 у відповідності з таблицею 7.2, яка приведена в паспорті приладу.

**2. Вимірювання віброприскорення**

Вимірювання віброприскорення в октавних смугах частот спочатку проводиться за загальним рівнем на характеристиці "ЛІН". При цьому кнопки "V" і "1 kHz" вимкнуті.

Детектор - віброперетворювач ДН-3 або ДН-4, встановлений і закріплений воском на вимірювану поверхню, з'єднують з перехідником і передпідсилювачем ПМ-3.

Перемикач приладу встановлюють в положення: - "Ділитель І" — 80; "Ділитель ІІ" - 50; "Фільтри" - "ЛІН"; "Рід роботи" - F або S.

В такому положенні перемикача засвічується світлодіод проти цифри 10 м/с<sup>2</sup> для віброперетворювача ДН-3. Це значить, що при вимірюванні віброприскорення відлік необхідно проводити по шкалі 0-10 з урахуванням даного масштабу вимірювання, тобто 0-100 м/с<sup>2</sup>. При положенні стрілки показуючого приладу, наприклад, на цифрі 8 прискорення буде дорівнювати 800 м/с<sup>2</sup>. При роботі необхідно користуватися спочатку перемикачем "Ділитель І", а потім "Ділитель ІІ".

Для зручності відліку значень віброприскорення користуються світловою індикацією положення перемикачів "Ділитель І", "Ділитель ІІ", яка одночасно показує масштаб і вимір шкали 0-10 або 0-31,6.

При роботі з віброприскорювачем ДН-4 методика відліку значень віброприскорення аналогічна описаній. При цьому ціна поділок шкали помножується на 10.

При роботі з віброприскорювачем ДН-4 і ДН-3 для індикації за допомогою щупа натискають кнопку "1 кГц".

При вимірюванні віброприскорення по октавних смугах встановлюють перемикач "Фільтри октавні" на необхідний октавний фільтр натисканням кнопки "Гц". При роботі з октавними фільтрами користуються лише перемикачем "Ділитель ІІ", тоді як "Ділитель І" залишається в положенні, вибраному за загальним рівнем.

### 3. Вимірювання віброшвидкості

Перед вимірюванням віброшвидкості відкалібровують прилад. Вибраний віброперетворювач ДН-3 (при частоті 10-2800 Гц і динамічному діапазоні 0,05 мм/с, а при 10-16 Гц - 0,05-10 000 мм/с), або ДН-4 (при частоті 10-2800 Гц і динамічному діапазоні 0,5-57мм/с, а при 10-16 Гц 0,5-10 000 мм/с), встановлюють і закріплюють воском на досліджувальному об'єкті, з'єднують перехідником "5Ф5.282.167" з передпідсилювачем ПМ-3.

Перемикачі приладу встановлюють у положення: "Ділитель I" - 80; "Ділитель II" - 50; "Фільтри" - "ЛН"; "Рід роботи" - S. Через 2 хв. після встановлення робочого режиму спочатку проводять вимірювання віброшвидкості за загальним рівнем з натискуванням кнопки "V". Потім за допомогою перемикача "Ділитель II" досягають відхилення стрілки приладу в сектор 0-10 шкали, а "Ділитель I" залишають у положенні, вибраному при вимірюванні віброприскорення за загальним рівнем.

Для відліку показань приладу в одиницях швидкості мм/с по засвіченому світлодіоду визначають шкалу відліку віброшвидкості.

Наприклад, для використання віброперетворювача ДН-3 засвідчується світлодіод перед цифрою 0,3 на шкалі мм/с. Це значить, що при положенні стрілки показуючого приладу на відмітці 2 нижньої шкали 0-31,6 значення віброшвидкості буде дорівнювати 0,2 мм/с.

При роботі з віброперетворювачем ДН-4 методика відліку значення віброшвидкості аналогічна. При цьому ціна поділок помножується на 10.

Вимірювання віброшвидкості в октавних смугах частот виконується аналогічно вимірюванню віброприскорення.

При вимірюванні віброшвидкості чи віброприскорення у децибелах необхідно скласти показання світлодіоду на шкалі дБ і МІ01 з показаннями приладу на шкалі - + дБ, а потім до отриманого результату додають або віднімають наступні величини в децибелах:

- при вимірюванні віброприскорення з віброперетворювачем ДН-3 віднімають 10 дБ;
- при вимірюванні віброприскорення з віброперетворювачем ДН-4 додають 10 дБ;
- при вимірюванні віброшвидкості з віброперетворювачем ДН-3 додають 26 дБ;
- при вимірюванні віброшвидкості з віброперетворювачем ДН-4 додають 46 дБ.

### 4. Гігієнічна оцінка вібрації

Вимірювання та гігієнічна оцінка вібрації проводиться на підставі ДСТ 12.1.012-78 "Вібрація. Загальні вимоги безпеки". Відповідно до цього документу вібрація нормується окремо для кожного напрямку по вертикалі і по горизонталі у кожній октавній смузі.

Базова частота граничного спектра для загальної вібрації дорівнює 63 Гц, для локальної — 125 Гц.

Гігієнічні норми вібрації встановлені для робочої зміни у 8 годин, для загальної транспортної, транспортно-технічної і різних видів технологічних вібрацій, а також для локальної вібрації (табл. 3).

## **10. Література**

### **10.1. Основна :**

10.1.1. Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни./ Є.Г. Гончарук, Ю.І. Кундієв, В.Г. Бардов та ін./ За ред. Є.Г. Гончарука. - К.: Вища школа, 1995 - С. 277-282.

10.1.2. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены./ Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. - К.: Вища школа, 2000 - С. 333-344.

10.1.3. Даценко І.І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – 2 видання: К.: Здоров'я, 2004 - С. 451-459.

10.1.4. Габович Р.Д., Познанский С.С. Шахбазян Р.Х. Гигиена. - К.: Вища школа, 1983 - С. 207-209, 217-220.

10.1.5. Матеріали лекції до теми.

### **10.2. Додаткова :**

10.2.1. Загальна гігієна. Посібник для практичних занять. / І.І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький та ін. /За ред. І.І.Даценко – 2 видання: Львів: Світ, 2001, - С. 259-277.

10.2.2. Пивоваров Ю.П., Гоева О.Э., Величко А.А. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене. - М: Медицина, 1983. - С. 147-161.

10.2.3. Гігієна праці. /За ред. А.М. Шевченка. – К.: Інфотекс, 2000, - С. 179-208.

10.2.4. Гігієна праці. Методи досліджень та санепідгляд. /За ред. А.М. Шевченка, О.П. Яворовського. – Вінниця, Нова книга, 2005, - С. 107-143.

10.2.5. Гігієна та екологія людини: навчальний посібник до практичних занять. /За ред. В.Я. Уманського. – Донецьк: „НОРД Комп'ютер”, 2004. – С. 242-256.