

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра «БЖД та фізичного виховання»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття № 10

за темою: «**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ШУМУ І ВІБРАЦІЇ НА
ВИРОБНИЦТВІ**»

з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

(для студентів усіх напрямків підготовки усіх форм навчання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
«БЖД та ФВ»
Протокол №1 від 31.08.2021 р.

Київ – 2021

Практичне заняття №10
з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

Тема: «Дослідження та оцінка шуму і вібрації на виробництві»

Мета: вивчити та освоїти методику вимірювання і оцінки виробничого шуму на робочих місцях виробничого персоналу, згідно санітарних норм.

I. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1. Оцінка фізичних характеристик шуму

З *фізичної* точки зору шум – хаотичні пружні коливання повітряного середовища різної частоти, сили, ритму.

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

Виробничий шум – це невпорядковане сполучення, різних по силі і частоті коливань, що виникають при роботі машин, пристроїв та устаткування на виробництві, що викликають неприємні відчуття.

Виробничий шум характеризується наступними акустичними величинами:

- звуковим тиском;
- інтенсивністю;
- потужністю;
- частотою коливань;
- спектром шуму;
- швидкістю розповсюдження;
- довжиною звукової хвилі;
- сумарним рівнем шуму декількох джерел.

Звуковий тиск визначається амплітудою коливань, чим більше амплітуда, тим голосніше відчувається звук. Слуховий орган людини здатний сприймати досить великий діапазон звукового тиску від $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^2$ Па. Тому для зручності обчислення та оцінки, звуковий тиск визначається у відносних одиницях – децибелах.

$$L = 20 \lg \frac{p}{p_0} \quad (1)$$

де p – виміряний звуковий тиск, Па;
 p_0 – порогове значення, рівне $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Сила звуку залежить від амплітуди коливань повітря і виражається в одиницях енергії - в звуковому тиску і вимірюється в ньютонках на метр

квадратний (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.

Тому використовують *рівень інтенсивності*, чи сили звукового тиску - відношення сили даного звуку в 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 (більшого) порогу звукового тиску (L) складе:

$$L = 20 \cdot \lg \frac{2 \cdot 10^{1.5}}{2 \cdot 10^{-5}} = 20 \cdot \lg 6,5 = 20 \cdot 6,5 = 130 \text{ дБ} \quad (2)$$

Звідси, при збільшенні рівня звукового тиску на 2 дБ звуковий тиск в 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 - гучність, одиницею вимірювання якої є фон і (децибелі гучності). Для переводу децибел в фон і навпаки користуються спеціальними графіками Робінсона і Датсона (рис. 1).

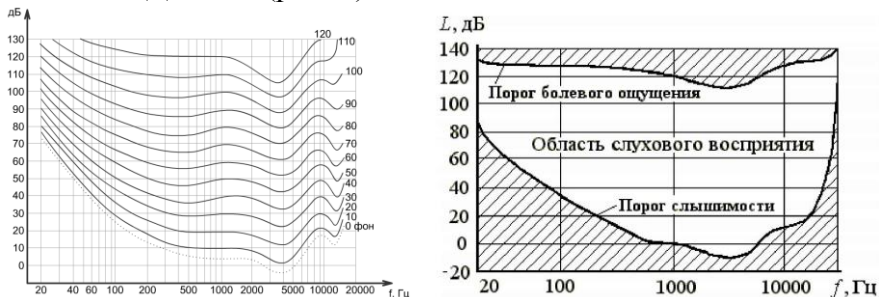


Рис. 1 Графік Робінсона і Датсона.
(горизонтальні лінії – рівень сили звуку у дБ;
криві лінії – гучність звуку у фонах)

Інтенсивність шуму визначається кількістю звукової енергії, що проходить через одиницю площі у Вт/м^2 . Рівень інтенсивності шуму в дБ рівний:

$$L_u = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (3)$$

де I – інтенсивність звуку, Вт/м^2 ;

I_0 – умовний нульовий рівень інтенсивності, рівний 10^{-12} Вт/м^2 .

Для спрощення вимірювання в реальних виробничих умовах використовується оцінка шуму по загальному еквівалентному рівню в дБа,

який заміряється шумоміром з частотною характеристикою коректування, яка враховує особливості сприйняття та чутливість органу слуху людини.

Акустична потужність визначається кількістю звукової енергії випромінюваної джерелом в одиницю часу, оцінюється аналогічно інтенсивності:

$$L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0} \quad (4)$$

де W – акустична потужність джерела, Вт;

W_0 – умовний поріг акустичної потужності, рівний 10^{-12} Вт.

Звуковий тиск, інтенсивність і потужність є енергетичними характеристиками шуму.

Частота коливань шуму є однією з основних характеристик, що визначає кількість коливань в одиницю часу (секунду), вимірюється в Герцах – Гц (одне коливання в секунду – Герц).

Орган слуху людини сприймає звукові коливання в діапазоні частот від 16 Гц до 20000 Гц. Коливання з частотою від 2 до 20 Гц відносяться до інфразвукового діапазону, а коливання з частотою понад 20к Гц відносяться до ультразвукового діапазону.

По частоті коливання визначають період звукового коливання:

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{або} \quad f = \frac{1}{T} \quad (5)$$

Період визначається часом між одночасними амплітудами коливань.

Спектр шуму встановлює залежність рівнів шуму від частоти. Для акустичних розрахунків, а також для зручності нормування весь частотний діапазон звукових коливань від 20 Гц до 10000 Гц розбитий на дев'ять октавних смуг з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000. Середня частота в октавному діапазоні визначається за формулою:

$$f_{cp} = \sqrt{f_n \cdot f_v} \quad (6)$$

де f_n, f_v – нижня і верхня частота октавної смуги, Гц.

Наприклад: для октавної смуги 63,5 Гц $f_n=50$ Гц, а $f_v=80$ Гц.

Октавна частота смуг характеризується тим, що верхня гранична частота в 1,5-2 рази перевищує нижню частоту.

Швидкість розповсюдження звукових коливань характеризує процес коливань твердого, рідкого і газоподібного середовища, при якому відбувається передача від одних частинок середовища до інших. На шляху розповсюдження швидкість звукових коливань залежить від пружних вла-

стивостей середовища, його густини та температури (в повітрі при $t = 20^{\circ}\text{C}$ швидкість рівна – 340 м/с; а при $t = 250^{\circ}\text{C}$ – 450м/с; для води – 1500 м/с; для льоду – 3200 м/с; для бетону – 4000 м/с; для сталі – 5200 м/с).

Довжина звукової хвилі – є відстанню між сусідніми хвилями і залежить від швидкості розповсюдження (C , м/с) і частоти коливань (f , Гц):

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{7}$$

Чим вище частота коливань, тим коротше довжина хвилі і навпаки, чим нижче частота, тим вона довше.

Сумарний рівень шуму декількох джерел визначається на основі енергетичного сумарного випромінювання окремих джерел.

Для однакових по рівню шуму джерел

$$L_{\Sigma} = L_1 + 10 \lg n \tag{8}$$

де L_1 – рівень шуму одного джерела, дБ;

n – кількість джерел.

За наявності двох і більше джерел шуму з різними рівнями, сумарний рівень визначається почерговим енергетичним підсумовуванням рівнів, починаючи з максимального.

$$\begin{aligned} L_{w1} &= L_M + \Delta L_1 \\ L_{w2} &= L_{w1} + \Delta L_2 \end{aligned} \tag{9}$$

де L_M – максимальний рівень з сумарних декількох джерел, дБ;

$\Delta L_1, \Delta L_2 \dots \Delta L_i$ – добавки до максимального L_M або подальшого сумарного рівня шуму, визначається по різниці рівнів L_1-L_2 з табл. 1.

Таблица 1

L_1-L_2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΔL	3,0	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4

2. Класифікація і нормування виробничого шуму

2.1. Класифікація шуму

За *спектральним аналізом* шум ділиться на (рис. 2):

- низькочастотний в діапазоні від 16 до 400 Гц;
- середньочастотний в діапазоні від 400 до 1000 Гц;
- високочастотний в діапазоні від 1000 до 20000 Гц.

За характером спектру шуми підрозділяються на:

- широкосмугові зі спектром шириною більше однієї октави;
- тональні з вираженими дискретними складовими звукових коливань. Тональним вважається шум, що має перевищення хоча б в одній з частотних смуг не менше 10 дБ.

За *часовими характеристиками* шуми діляться на:

- постійні, рівень яких за весь робочий день на технологічному устаткуванні не змінюється більш ніж на 5 дБА;
- непостійні, рівень якого за весь робочий день змінюється більш ніж на 5 дБА.

Непостійні шуми підрозділяються на:

- змінні, рівень яких постійно змінюється за часом;
- переривисті, рівень яких змінюється ступінчасто на 5 дБ і більше протягом 1 секунди і більше;
- імпульсні, складаються з одного або декількох звукових сигналів тривалістю менше 1 секунди з рівнями, що змінюються не менше ніж на 7 дБА.

2.2. Нормування шуму

Нормування шумів у виробничих приміщеннях здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». При нормуванні шуму використовують 2 методи: нормування щодо граничного спектру шуму (принцип нормування шуму на підставі граничних спектрів в октавних смугах частот) і нормування рівня звуку в децибелах за шкалою А – дБА (здійснюється інтегральна оцінка всього шуму, на відміну від спектральної).

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях представлені в табл.2.

Допустимі рівні звукового тиску по граничних спектрах (ГС)
в октавних смугах частот, згідно ДСН.3.3.6.0.37-99.

№	Вид трудової діяльності	Рівень звукового тиску, дБ в октавних смугах частот, Гц									Еквівалентний рівень шуму, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Творча діяльність: наукова робота К.Б., дирекція, програмісти та ін.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	Висококваліфікована діяльність, адміністративно-управлінські приміщення цехів, приміщення лабораторій та ін.	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3	Управлінська робота з мовним зв'язком по телефону, диспетчерська	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Контрольна робота з дистанційного керування виробничими процесами	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	Виробнича робота на ділянках цехів і території підприємств	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Примітка: Номер граничного спектру «ГС» визначається за рівнем шуму в октавній смузі частот 1000 Гц.

3. Визначення та оцінка вібрації на робочому місці працівника

Вібрація - 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 м/сек., *віброприскоренням* у м/сек².

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.

Загальну вібрацію розрізняють на:

- транспортну (категорія 1), яка діє на операторів рухомих машин і засобів пересування по дорогах, місцевості;

- транспортно-технологічну (категорія 2), яка діє на операторів машин з обмеженим переміщенням в цеху, гірничих виробках тощо;

- технологічну (категорія 3), яка діє на операторів стаціонарних машин та на інших робітників через підлогу.

Загальну технологічну вібрацію поділяють на такі типи: а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств; б) на робочих місцях складів, їдалень, побутових приміщень; в) на робочих місцях заводоуправлінь, конструкторських бюро.

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_L , яка співпадає з віссю, що проходить через місце охоплення рукою руля, інструменту, а вісі Z_L , Y_L - 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 взаємно перпендикулярних напрямках (за трьома вісями) за допомогою того ж приладу ВШВ-003 (мал. 5) згідно інструкції.

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. 2).

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.

Вимірювання та гігієнічна оцінка вібрації проводиться на підставі ДСН 3.3.6.039-99 «Вібрація. Загальні вимоги безпеки». Відповідно до цього документу вібрація нормується окремо для кожного напрямку по вертикалі і по горизонталі у кожній октавній смузі.

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).

Таблиця 3

Гранично допустимі рівні вібрації (Витяг з ДСН 3.3.6.039-99)

А) Норми загальної вібрації:

Віброшвидкість	Віброшвидкість в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
Технологічна вібрація (категорія 3 типу А)						
м/с·10 ⁻²	1,3	0,45	0,22	0,2	0,2	0,2
дБ	108	99	93	92	92	92
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні: 0,2 м/с · 10 ⁻² , 92 дБ						
Транспортно-технологічна вібрація (категорія 2)						
м/с·10 ⁻²	3,5	1,3	0,63	0,56	0,56	0,56
дБ	117	108	102	101	101	101
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні: 0,56 м/с · 10 ⁻² , 101 дБ						
Транспортна вібрація (категорія 1)						
м/с·10 ⁻²	3,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
дБ	117	116	116	116	116	116
Еквівалентні коректовані рівні: 3,2 м/с · 10 ⁻² , 116 дБ						

А) Норми локальної вібрації:

Віброшвидкість	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц							
	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
м/с 10 ⁻²	2,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
дБ	115	109	109	109	109	109	109	109
Коректовані рівні – 2,0 м/с x 10 ⁻² ; 112 дБ								

Таблиця 4

Класи умов праці за показниками шкідливості та небезпечності віброакустичних факторів виробничого середовища

Фізичні фактори	Оптимальні	Допустимі	Шкідливі умови праці				Небезпечні
			I ступінь	II ступінь	III ступінь	IV ступінь	
1	2	3	4	5	6	7	8
Шум: Рівень звуку, дБА	–	\leq ГДР	до 85	86-95	96-105	106-115	> 115
Вібрація локальна, дБ	–	\leq ГДР	до 115	116-118	119-121	122-124	> 124
Вібрація загальна, дБ	–	\leq ГДР	до 122	123-128	129-134	135-140	> 140

Таблиця 5

Допустимий сумарний час дії локальної вібрації в залежності від перевищення її гранично допустимого рівня (Витяг з ДСН 3.3.6.039-99)

Перевищення ГДР вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.	Перевищення ГДР вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.
1	384	7	95
2	302	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

4.Засоби боротьби із шумом та вібрацією в умовах виробництва

Відповідно до ГОСТ 12.1.003 – 83* (ССБТ. Шум. Общие требования безопасности) захист від шуму повинен досягатися шумобезпечною технікою, застосуванням засобів та методів колективного захисту (ГОСТ 12.1.029 – 80); засобів індивідуального захисту (ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація»), та будівельно-акустичними методами.

Для створення шумобезпечної техніки на стадії її проектування повинні використовуватись методи, які знижують шум в самому джерелі. Їх підрозділяють на методи:

- що знижують збудження шуму;
- що знижують звуковипромінюючу здатність джерела.

Зниження аеродинамічного шуму досягається покращенням аеродинамічних характеристик конструктивних елементів, наприклад – плазмотрона. Зниження електромагнітного шуму досягається вибором оптимальних розмірів, технологій і якості виготовлення магнітопроводів, підбором значень магнітної індукції. Для зниження звуковипромінюючої здатності джерела, його поверхню покривають демпфіруючими матеріалами, які мають велике внутрішнє тертя. Найбільш розповсюджені жорсткі покриття з пружних в'язких матеріалів (лінолеум, мастика).

Таким чином, знизити шум у джерелі виникнення можна за допомогою:

- заміни зворотно-поступального переміщення деталей обертовим;
- підвищенням якості балансування деталей;
- удосконалення кінематичних схем;
- заміни підшипників кочення на підшипники ковзання;
- застосування деталей з капрону, текстоліту;
- ліквідації люфтів, перекосів деталей;
- обладнання приміщень глушниками шуму.

До числа архітектурно-плануючих засобів належать: раціональне планування територій підприємства (при яких об'єкти, які потребують захисту від шуму максимально віддалені від шумових устаткувань), раціональне поверхове планування будинків і розміщення устаткування, що генерує шум, розміщення робочих місць і організація транспортних потоків, створення шумозахисних зон.

Акустичні засоби – це засоби захисту від шуму на шляху його розповсюдження. До них у першу чергу відносяться звукоізоляція і

звукопоглинання. Метод звукоізоляції засновано на відбитті звукової хвилі, яка падає на огорожу (стіни, кожухи, екрани). *Шум на шляху розповсюдження* знижують, застосовуючи кожухи, екрани, відгородження, кабіни спостереження, облицювання та ін. Облицювання – це обробка внутрішніх поверхонь стін, стелі, підлоги звукопоглинальними матеріалами. Їх виготовляють з пористих матеріалів. Застосовується зовнішня ізоляція джерел шуму та приміщень, звукоізолюючі кожухи, акустичні екрани, глушники шуму.

Цікавим та принципово новим методом зниження шуму є метод активного шумопригнічення. Він заснований на створенні антивзвуку, тобто рівного за рівнем і протилежного по фазі звука. Внаслідок інтерференції основного звуку та антивзвуку, в деяких місцях приміщення можливо створити зони тиші. Цей метод є ефективним для пригнічення тональних шумів. В місці, де треба зменшити шум, встановлюють мікрофон, сигнал від якого перетворюється в електричний, надходить на фазоінвертор і далі на підсилювач та динаміки, що встановлюють визначеним чином.

Для захисту працівників від шуму також використовуються засоби індивідуального захисту, які дозволяють знизити рівень сприймання звуку на 10 – 45 дБ, причому найбільш значні глушіння спостерігаються в області високих частот.

Засоби індивідуального захисту поділяють на:

- протишумові вкладиші (закривають вушну раковину зовні);
- протишумові навушники (перекривають слуховий прохід);
- протишумові каски і шоломи (закривають всю голову і застосовуються у сполученні з навушниками і протишумовими костюмами);
- протишумові захисні пристрої з електронним приймачем;
- протишумові захисні пристрої з телефонним зв'язком.

Загальні методи боротьби з вібрацією базуються (згідно з ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації») на аналізі рівнянь, котрі описують коливання машин у виробничих умовах і класифікуються наступним чином:

- зниження вібрацій в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення збуджувальних сил;
- відлагодження від резонансних режимів раціональним вибором приведеної маси або жорсткості системи, котра коливається;
- вібродемпфірування – зниження вібрацій за рахунок сили тертя демпфірного пристрою, тобто переведення коливної енергії в тепло;

- динамічне гасіння – введення в коливну систему додаткових мас або збільшення жорсткості системи;
- віброізоляція – введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку, з метою послаблення передавання вібрацій суміжному елементу конструкції або робочому місцю.

До **організаційно-технічних заходів** відносяться:

- зменшення вібрації у джерелі виникнення (конструктивними та технологічними методами);
- зменшення вібрації на шляху розповсюдження засобами віброізоляції та вібропоглинання;
- перевірка наявності вібраційних характеристик (ВХ) у паспортах на машини;
- своєчасний ремонт машин;
- використання машин за призначенням;
- до експлуатації повинні допускатися тільки справні машини тощо.

Таким чином, до колективних методів захисту належать: зміна конструктивних елементів джерела збудження; врівноваження окремих елементів машин; відхід від резонансу; застосування віброізоляторів, віброгасіїв; демпфірування; врівноваження елементів обладнання; антифазова синхронізація.

Комплекс лікувально-профілактичних заходів містить:

- професійні і профілактичні огляди (відповідно наказу МОЗ №555 від 29.09.89 «О совершенствовании системы медицинских осмотров трудящихся и водителей индивидуальных транспортных средств» та наказу МОЗ №45 від 31.03.94 р. «Про затвердження Положення про порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій»);
- раціональний режим праці (визначається допустимий сумарний час дії вібрації в залежності від перевищення ГДР);
- вітамінізацію (вітаміни - С, В₁ та нікотинова кислота);
- організацію профілактичного відпочинку, лікувальна гімнастика та масаж рук (профілакторії, кабінети психологічного розвантаження);

З метою профілактики шкідливого впливу загальної та локальної вібрації працюючі повинні користуватися засобами індивідуального захисту відповідно до ГОСТ 12.4.002-97 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования» та ГОСТ 12.4.024-76 «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная».

Види засобів захисту рук:

- віброзахисна рукавиця з пружнодемпфуючою прокладкою;
- рукавичка трипала;
- рукавичка п'ятипала;
- рукавиця з полімерним латексним покриттям та ін.

Віброзахисні властивості взуття повинні забезпечуватися застосуванням віброізолюючих елементів, що складаються з пружнодемпферуючих матеріалів і конструкцій. Віброзахисне взуття буває а) з незнімними віброізолюючими елементами; б) зі знімними віброізолюючими елементами, що вкладаються всередині взуття у вигляді устілок або приєднуються знизу до підшови.

Таким чином, до індивідуальних методів віброзахисту треба віднести лікувально-профілактичні та засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) - рукавиці, вкладиші, прокладки, спеціальне взуття, підметки, наколінники, нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

5. Методика вимірювання та оцінки рівнів шуму на робочих місцях

5.1. Загальні положення

Вимірювання шуму на робочих місцях в області звукового поля, в якому знаходиться працівник, частіше всього це висота 1,5...1,7 м від підлоги і 0,5...1 м від устаткування – при роботі стоячи і на відстані 0,2 м від голови людини проти його вуха – при роботі сидячи.

Для вимірювання шуму на робочих місцях на виробництві використовується вимірювальна апаратура, яка включає: мікрофон, шумомір, аналізатор спектру з октавними фільтрами і самописець рівня шуму. Прилад перед вимірюванням виробничого шуму повинен бути відкалібрований по еталонному джерелу шуму і мати свідоцтво про держперевірку в органах Держстандарту.

5.2. Улаштування шумоміра типа ІШВ-1

Шумомір-аналізатор спектру, що використовується в лабораторній роботі, є електронним приладом, що складається з наступних частин: мікрофону; підсилювача-шумоміра; блоку октавних фільтрів; вимірювального приладу, стрілочного типу, відкаліброваного в децибелах; панелі з ручками управління (рис. 3).

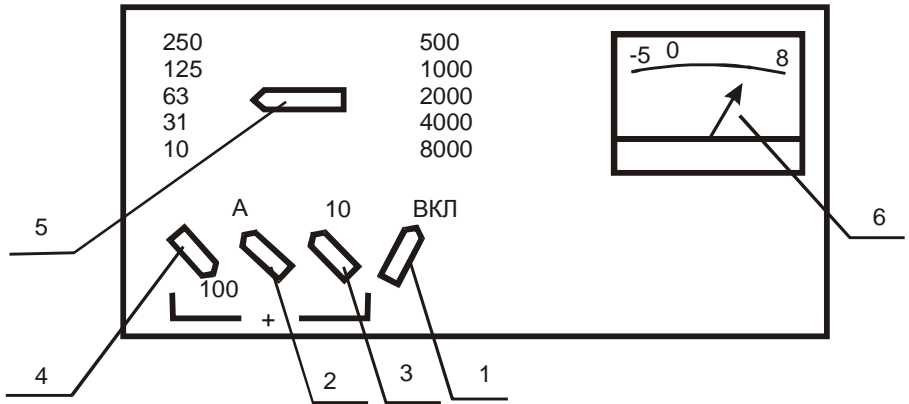


Рис. 3. Панель управління шумоміра-аналізатора спектру:

1 – ручка включення і режиму роботи приладу;

2 – ручка перемикання частотних характеристик шумоміра «Lin», «A»; 3, 4 – ручки перемикання рівнів шуму; 5 – ручка перемикання октавних фільтрів; 6 – вимірювальний прилад

Магнітофон складається з блоків звуковідтворення; касети або стрічки із записом варіантів виробничого шуму та ручки управління режимом роботи магнітофона.

5.3. Інструкція користування приладами

Шумомір-Аналізатор

Вимірювання загального і еквівалентного рівня в дБ та дБА проводиться в наступній послідовності:

- включити прилад, ручка 1 «вкл»;
- поставити ручку 2 в положення «Lin» або «A»;
- ручки 3 та 4 поставити в положення 90 і 10 або в інші положення, щоб вимірювальний прилад показував ділення в межах шкали;
- визначити величину загального рівня шуму як суму положень ручки 3, 4 та приладу 6 за лінійною шкалою в дБА.

Приклад: дільник 4 – показник 90 дБ, дільник 3 – показник 10 дБ, показник приладу – 8 дБ. Рівень звукового тиску складає:

$$90+10+8=108 \text{ дБ.}$$

Вимірювання частотного складу шуму в октавних смугах проводиться в наступній послідовності:

- включити прилад, ручка 1 «вкл»;
- поставити ручку 2 в положення «фільтр»;

- в) ручки 3 та 4 поставити в положення аналогічне при вимірюванні загального рівня шуму;
- г) послідовно перемикаєти октавні фільтри ручкою 5, починаючи з 31,5; 63 та подальше до 8000 Гц;
- д) визначити значення рівня шуму по октавних фільтрах, як суму положення 3, 4 та приладу 6 за лінійною шкалою в дБ.

Магнітофон

Відтворення виробничого шуму, записаного на магнітофон, виконується в наступній послідовності;

- а) включити магнітофон;
- б) поставити перемикач в положення «Перемотування» і встановити касету в початкове положення;
- в) включити відтворення звукозапису – фонограму виробничого шуму за варіантом завдання;
- г) прослухати запис та провести вимірювання рівня шуму мікрофоном шумоміра і оцінити спектральний склад по октавних смугах частот, починаючи з 31,5Гц до 8000Гц.

5.4. Методики вимірювання шуму шумоміром ШУМ-1-М

Підготовка приладу до роботи (рис. 4).

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.

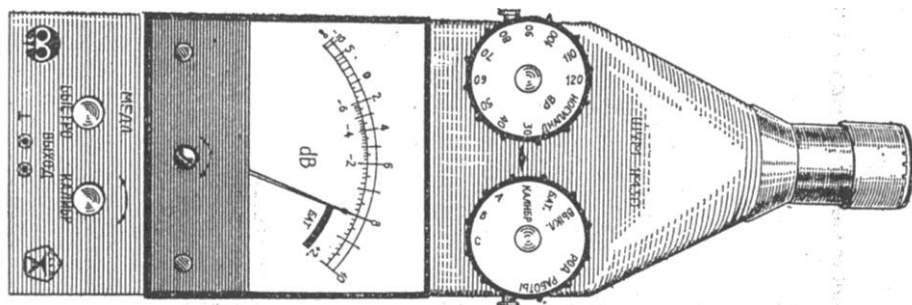


Рис. 4. Шумомір типу «ШУМ-1М»

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».

5.5. Учбова інструкція для роботи з вимірювачем шуму і вібрації ВШВ-003

Призначення приладу - для вимірювання і частотного аналізу

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) (рис. 5). 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.

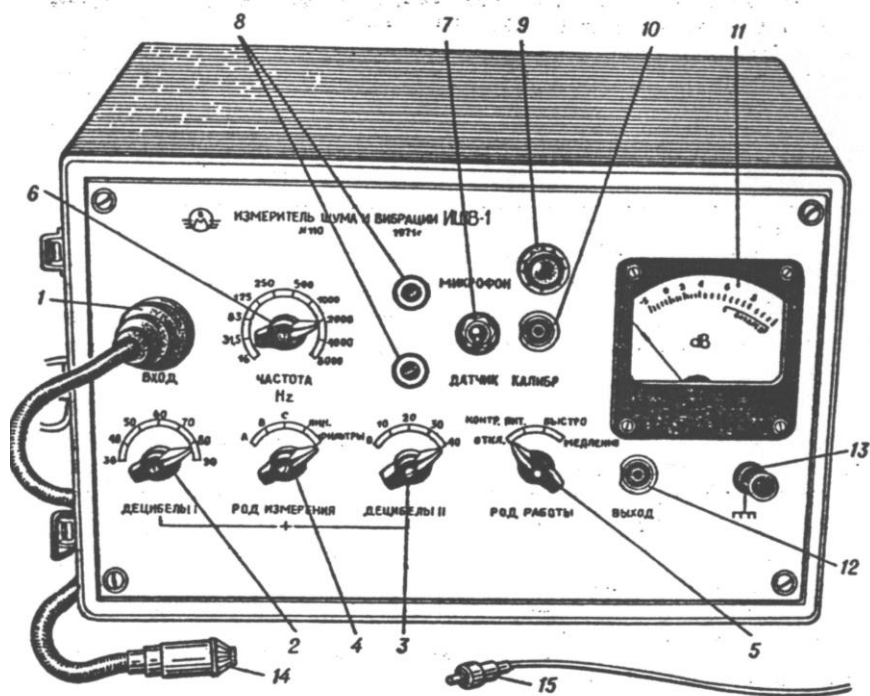


Рис. 5. Вимірювач шуму, вібрації «ВШВ-003»

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 «ЛПН», С. В. А:

- кнопки «V», «I kHz», «Фільтри октавні», «H» повинні бути вимкнуті (не втоплені). Перемикач «Рід роботи» вимкнутий.

- перемикачі вимірювального приладу встановлюють в положення «Ділитель дБ I» - 80, «Ділитель дБ II» - 50. Фільтри - на «ЛПН», «Рід роботи» - на F.

При цьому засвічується світлодіод крайній праворуч, що відповідає значенню шкали 130 дБ МЮ1 (верхня на панелі). Прилад прогрівається на протязі двох хвилин.

При вимірюваннях передпідсилювач МП-3 (мікрофон) слід тримати у витягнутій руці у напрямку джерела звуку.

II ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Практична робота виконується згідно індивідуальних завдань, що відображені в таблицях 6 та 7.

2.1. Гігієнічна оцінка шуму на виробництві:

1. Виписати дані щодо вимірювання шуму на робочому місці працівника в таблицю 1 протоколу (на дев'яти октавних частотах 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц).
2. Вказати, яким приладом було отримано ці дані.
3. По графіку « $L_{\text{сум. ф}}$ » визначити характер спектру шуму:
 - **тональний**, якщо в спектрі має місце перевищення на 10 дБ і більше хоча б в одній з октавних смуг;
 - **широкосмуговий**, якщо перевищення в спектрі складають менше 10 дБ.
4. Визначити допустимі рівні коректованого граничного рівня спектру « L_K », у разі наявності тонального шуму, внести поправку 5 дБ або 5 дБА:

$$L_K = L_n - 5 \quad (10)$$

5. Поправку 5дБ та 5дБА також слід внести у разі наявності в приміщенні установки кондиціонування та вентиляції, при цьому на тональність шуму поправка не враховується.
6. Скоректувати норму та внести її в спектрограму.
7. На основі фактичних та нормативних (скоректованих) рівнів шуму на виробництві - побудувати спектрограму шуму (рис.6).
8. Зробити висновки щодо відповідності шуму гігієнічним нормативам.
9. Розробити засоби та заходи профілактики несприятливого впливу шуму на організм робітників.

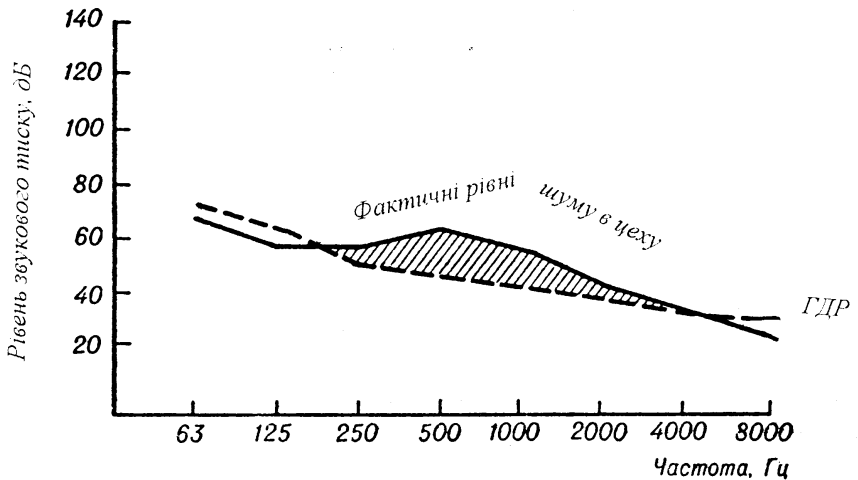


Рис. 6. Спектрограма шуму

2.2. Гігієнічна оцінка вібрації на виробництві:

За даними з таблиці 7 необхідно визначити:

- 1) Яка вібрація діє на працівника (локальна чи загальна – за класифікацією)?
- 2) Порівняйте фактичний рівень вібрації на робочому місці із нормами (відповідно табл. 3 - А або Б). Дайте оцінку, чи відповідає рівень нормативним значенням.
- 3) При перевищенні локальної вібрації – із таблиці 5 – визначте час скорочення роботи працівника з вібраційним механізмом або інструментом (організаційні заходи профілактики).
- 4) Вкажіть інші можливі профілактичні засоби захисту працівника від несприятливої дії вібрації у даному випадку.
- 5) Визначте клас умов праці за показниками шкідливості та небезпечності віброакустичних факторів виробничого середовища (таблиця 4).

Результати замірів шуму на робочому місці працівника.

Варіант завдання	Вид трудової діяльності	Граничний спектр	Розташування робочого місця, де вимірюється шум	Джерела шуму
1.	ТД	ГС45	Конструкторське бюро	Кондиціонер
2.	ВК	ГС55	Кабінет головного інженера	Кондиціонер
3.	ВД	ГС75	Токарна ділянка	Вир.устаткув.
4.	РП	ГС70	Оператор ОТК	Вентилятор
5.	РВ	ГС60	Диспетчер заводуупр.	Вентилятор
6.	ТД	ГС45	Розрахунковий відділ	Вентилятор
7.	ВК	ГС55	Техвідділ заводууправління	Вентилятор
8.	ВД	ГС75	Слюсарна ділянка	Вир.устаткув.
9.	РП	ГС70	Оператор управління	Кондиціонер
10.	РП	ГС60	Диспетчер цеху	Вентилятор
11.	ТД	ГС45	Науково-дослідний відділ	Вентилятор
12.	ВК	ГС55	Лабораторія заводу	Вентилятор
13.	ВД	ГС75	Зварювальна ділянка	Вир.устаткув.
14.	РП	ГС70	Оператор ЕОМ	Кондиціонер
15.	РТ	ГС60	Оператор зв'язку	Кондиціонер
16.	ТД	ГС45	Кабінет директора	Кондиціонер
17.	ВК	ГС55	Техвідділ заводууправління	Кондиціонер
18.	ВД	ГС75	Ливарна ділянка	Вир.устаткув.
19.	РП	ГС70	Кабінет майстра	Кондиціонер
20.	РТ	ГС60	Видавничий цех	Кондиціонер
21.	ТД	ГС45	Кімнати програмістів	Кондиціонер
22.	ВК	ГС55	Кабінет механіка цеху	Вентилятор
23.	ВД	ГС75	Фрезерна ділянка	Вир.устаткув.
24.	РП	ГС70	Лабораторія ОТК	Кондиціонер
25.	РТ	ГС60	Інформаційний відділ	Кондиціонер
26.	ТД	ГС45	Кабінет директора	Кондиціонер
27.	ВК	ГС55	Техвідділ заводууправління	Кондиціонер
28.	ВК	ГС55	Кабінет механіка цеху	Вентилятор
29.	ВД	ГС75	Фрезерна ділянка	Вир.устаткув.
30.	ВД	ГС75	Слюсарна ділянка	Вир.устаткув.

Примітка: ТД – творча діяльність; ВК – висока кваліфікація; ВД – виробнича ділянка;

РВ – робота з підвищеними вимогами без мовного зв'язку;

РТ – робота з вказівками по телефону.

РП – робота з дистанційним керуванням виробничого процесу.

Продовження початкових даних для оцінки дії шуму

Фактичний рівень L_{Φ} :	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами:								$L_{екв.}$ дБ(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
$L_{\Phi 1}$	65	57	44	45	51	42	40	30	51
$L_{\Phi 2}$	98	87	78	75	67	80	65	68	73
$L_{\Phi 3}$	108	94	90	97	68	59	71	56	89
$L_{\Phi 4}$	121	113	123	114	116	100	67	90	112
$L_{\Phi 5}$	87	98	97	82	79	77	79	78	87
$L_{\Phi 6}$	109	104	104	108	109	75	71	67	95
$L_{\Phi 7}$	99	70	88	86	105	77	50	49	90
$L_{\Phi 8}$	117	109	101	90	98	86	73	78	97
$L_{\Phi 9}$	77	85	90	80	76	72	55	58	86
$L_{\Phi 10}$	106	98	72	74	77	81	84	96	89
$L_{\Phi 11}$	112	98	89	80	76	71	65	70	95
$L_{\Phi 12}$	110	108	90	96	65	87	54	90	89
$L_{\Phi 13}$	89	90	86	81	58	59	66	67	80
$L_{\Phi 14}$	67	83	76	90	90	85	75	97	94
$L_{\Phi 15}$	86	71	61	54	49	45	40	38	60
$L_{\Phi 16}$	78	76	67	68	55	78	69	75	72
$L_{\Phi 17}$	93	79	70	76	59	53	45	49	70
$L_{\Phi 18}$	76	70	69	67	66	59	57	54	65
$L_{\Phi 19}$	100	101	96	87	74	60	57	55	66
$L_{\Phi 20}$	96	83	76	68	65	57	55	54	64
$L_{\Phi 21}$	57	44	45	51	42	40	30	51	56
$L_{\Phi 22}$									
$L_{\Phi 23}$	94	90	97	68	59	71	56	89	90
$L_{\Phi 24}$									
$L_{\Phi 25}$	98	97	70	89	78	95	77	50	88
$L_{\Phi 26}$									
$L_{\Phi 27}$	70	88	81	58	59	66	72	67	85
$L_{\Phi 28}$									
$L_{\Phi 29}$	85	90	80	76	72	55	58	86	90
$L_{\Phi 30}$									

Таблиця 7.

Результати замірів параметрів вібрації на робочому місці за допомогою ВШВ-003.

Фактичні рівні віброшвидкостей в робочих зонах							
Варіант	Характеристика роботи	Рівень віброшвидкості (дБ) за середньгеометричними частотами (Гц)					
		2	4	8	16	31,5	63
1,2, 11, 12, 21, 22	Робота з пневматичним інструментом	віброшвидкість 112 дБ при частоті 63 Гц					
	Вантажно-розвантажувальні роботи за допомогою машин	110	108	104	102	100	100
3,4, 13, 14, 23, 24	Водій тролейбусу	116	115	115	112	114	116
	Робота із шліфмашинкою	віброшвидкість 113 дБ при частоті 500 Гц					
5, 6, 15, 16, 25, 26	Токарний станок металообробки	112	100	103	101	96	98
	Робота з заточувальним інструментом	віброшвидкість 114 дБ при частоті 250 Гц					
7, 8, 17, 18, 27, 28	Стоматолог (бормашина)	віброшвидкість 104 дБ при частоті 1000 Гц					
	Тракторист (сидіння трактора)	110	102	105	103	101	90
9, 10, 19,20,29,30	Землерийно-транспортна машина	98	97	94	82	98	100
	Гірни́к (відбійний молоток)	віброшвидкість 128 дБ при частоті 31,5 Гц					

Примітка: студенти виконують за варіантом дві задачі (на загальну та локальну вібрацію).

ПРОТОКОЛ №11

практичного заняття з дисципліни

«Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»**Тема: «Дослідження та оцінка шуму та вібрації на виробництві»**

П.І.Б. _____ група _____ Варіант _____

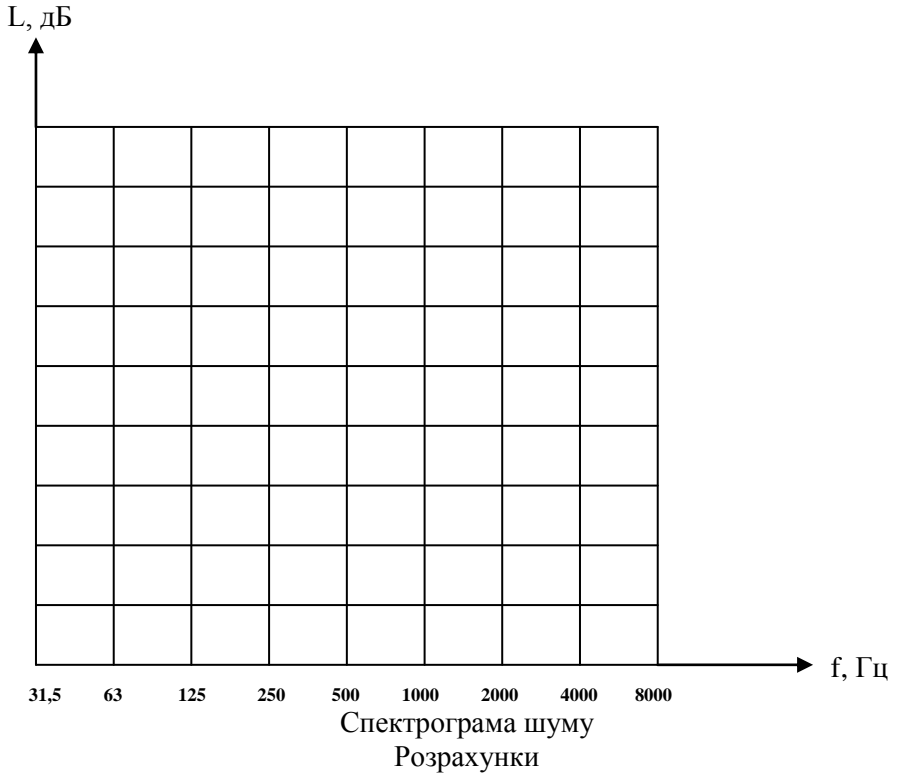
Початкові дані:

1. Вид трудової діяльності: _____;
2. Розташування робочого місця, де вимірюється шум:
_____;
3. Джерело шуму: _____.

Таблиця 1

Оцінка рівнів шуму на робочому місці

Параметри	Позначення	Середньгеометричні частоти (f), Гц									дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Фактичні рівні шуму на робочому місці працівника	дБ										
Граничні допустимі рівні шуму	дБ										
Поправка до ГДР											
На скільки дБ перевищує норму											
Висновки:											



Таблиця 2

Оцінка вібрації на виробництві

Оцінка загальної вібрації на робочому місці №1							Оцінка локальної вібрації на робочому місці №2	
Параметри	Позначення	Середньгеометричні частоти (f), Гц						f = ____ Гц
		2	4	8	16	31,5	63	
Фактичні рівні вібрації на робочому місці працівника	дБ							
Граничні допустимі рівні вібрації	дБ							
На скільки дБ перевищує норму								

Висновки:

1) Щодо загальної вібрації: _____

2) Щодо локальної вібрації: _____

Розробка профілактичних заходів:

1) Проти впливу шуму: _____

2) Проти впливу вібрації: _____

Клас умов праці на даному виробництві: _____

Виконав _____
(підпис)

Перевірив _____
(підпис)

Дата _____