

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра «Охорони праці і навколишнього середовища»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 3

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

з дисципліни «Основи охорони праці»

(для студентів усіх напрямків підготовки
усіх форм навчання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
«Охорони праці і
навколишнього середовища»
Протокол № 1 від 27.08.2019 р.

Київ 2019

Лабораторна робота №3
з дисципліни «Основи охорони праці»

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 ньютонах на метр квадратний (Н/м^2). Людським вухом звуковий тиск сприймається в межах $2 \cdot 10^{-5}$ - $2 \cdot 10^{1,5}$ Н/м^2 , охоплює біля 1 млн. цих одиниць і унеможлиблює 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 (больового) 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 фоні і навпаки користуються спеціальними графіками Робінсона і Датсона (рис. 1).

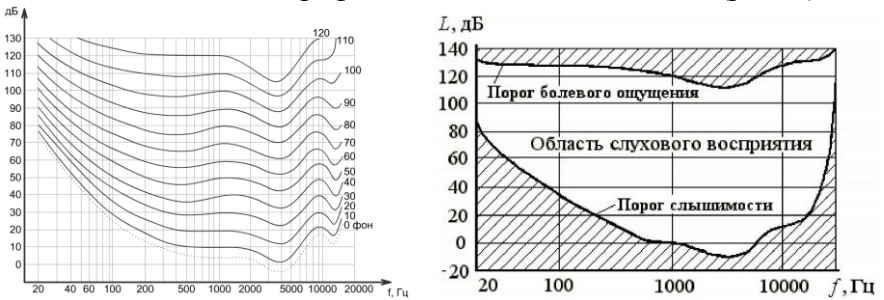


Рис. 1 Графік Робінсона і Датсона.
(горизонтальні лінії – рівень сили звуку у дБ;
криві лінії – гучність звуку у фонах)

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/м²;

I_0 – умовний нульовий рівень інтенсивності, рівний 10^{-12} Вт/м².

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 властивостей 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):

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (7)$$

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

$$L_{\Sigma} = L_1 + 10\lg n \quad (8)$$

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.

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

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.

Таблиця 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.



Рис. 2 Класифікація шуму.

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.

Таблиця 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 характеристик 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 заводууправлінь, конструкторських бюро.

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

Локальна вібрація позначається буквами **X_л**, яка співпадає з віссю, що проходить через місце охоплення рукою руля, інструменту, а вісі **Z_л**, **У_л** - 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. 4) згідно інструкції додатку 2.

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:

Вібро-швидкість	Віброшвидкість в октавних смугах з середньогеометричними 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	Одн. маш.	Допустимі	Шкідливі фактори				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, дБекв	–	\leq ГДР	до 115	116-118	119-121	122-124	$>$ 124
Вібрація загальна, дБекв	–	\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 гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.	Перевищення гранично допустимого рівня 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 магніто проводів, 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, знижити 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 пружнодемпфуючих 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 підошви.

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 пови-

нен бути відкалібрований по еталонному джерелу шуму і мати свідоцтво про держперевірку в органах Держстандарту.

5.2. Улаштування шумоміра типа ШВ-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).

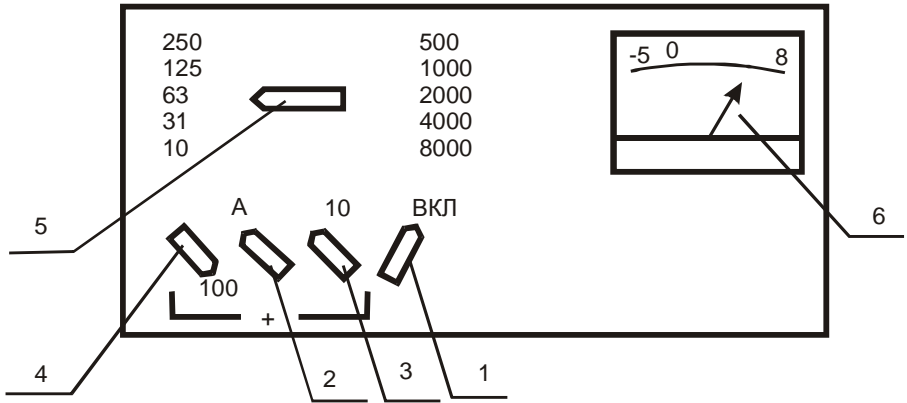


Рис. 3. Панель управління шумоміра-аналізатора спектру:

- 1 – ручка включення і режиму роботи приладу;
- 2 – ручка перемикання частотних характеристик шумоміра «Lin», «А»; 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:

- а) включити прилад, ручка 1 «вкл»;
- б) поставити ручку 2 в положення «Lin» або «А»;

в) ручки 3 та 4 поставити в положення 90 і 10 або в інші положення, щоб вимірювальний прилад показував ділення в межах шкали;

г) 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:

а) включити прилад, ручка 1 «вкл»;

б) поставити ручку 2 в положення «фільтр»;

в) ручки 3 та 4 поставити в положення аналогічне при вимірюванні загального рівня шуму;

г) послідовно перемикає 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.

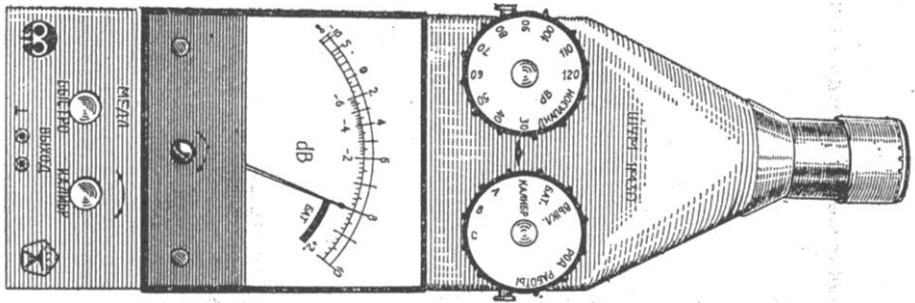


Рис. 4. Шумомір типу «ШУМ-1М»

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 «Вимкнuto».

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 світлоді-

одів перемикача «Ділитель - дБ 1, 2». Перемикач «Рід роботи» переводять в положення F або S. Прилад готовий до роботи.

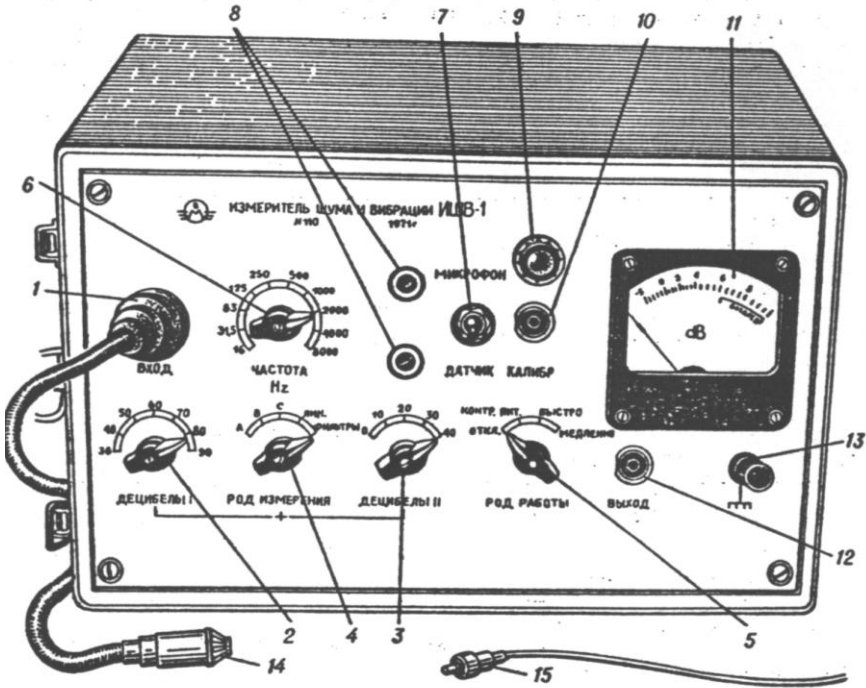


Рис. 5. Вимірювач шуму, вібрації «ВШВ-003»

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 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.

II ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Лабораторна робота виконується в наступній послідовності:

1. Вивчити правила безпеки виконання лабораторної роботи;
2. Вивчити основні теоретичні положення по шуму, устрій і правила користування вимірювальними приладами;
3. Включити магнітофон та шумомір, і встановити фонограму відповідно до варіанту завдання;
4. Провести виміри рівня шуму « L_{ϕ} » на дев'яти октавних частотах 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. При проведенні вимірів встановити ручку 2 в положення «фільтри», ручку 1 в положення «швидко» (задано за варіантом у додатку 1);
5. Провести виміри еквівалентного рівня шуму « $L_{екв.}$ » в дБА. Виміри проводити: ручка 2 в положенні «шкала А»; ручка 1 в положенні «повільно» (задано за варіантом у додатку 1);
6. Визначити допустимі нормовані рівні шуму в октавних смугах, « L_n » згідно санітарних норм, залежно від виду трудової діяльності по варіанту завдання табл. 2);
7. Дані вимірювань « L_{ϕ} » та допустимих рівнів шуму « L_n » записати в протокол «результати вимірювань і розрахунку» (додаток 2).
8. Побудувати графік результатів розрахунку « $L_{сум. \phi}$ » в октавних смугах частот та еквівалентного рівня в дБА, визначивши $L_{сум. \phi}$ за формулами 8, 9.
9. По графіку « $L_{сум. \phi}$ » 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.
10. Визначити допустимі рівні коректованого граничного рівня спектру « L_K », у разі наявності тонального шуму, внести поправку 5 дБ або 5 дБА:

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

11. Поправку 5дБ та 5дБА також слід внести у разі наявності в приміщенні установки кондиціонування та вентиляції, при цьому на тональність шуму поправка не враховується.

12. На графіку результатів вимірювань (спектрограмі) побудувати рівні вимірів і граничний спектр після коректування на тональність або наявність установок кондиціонування і вентиляції.

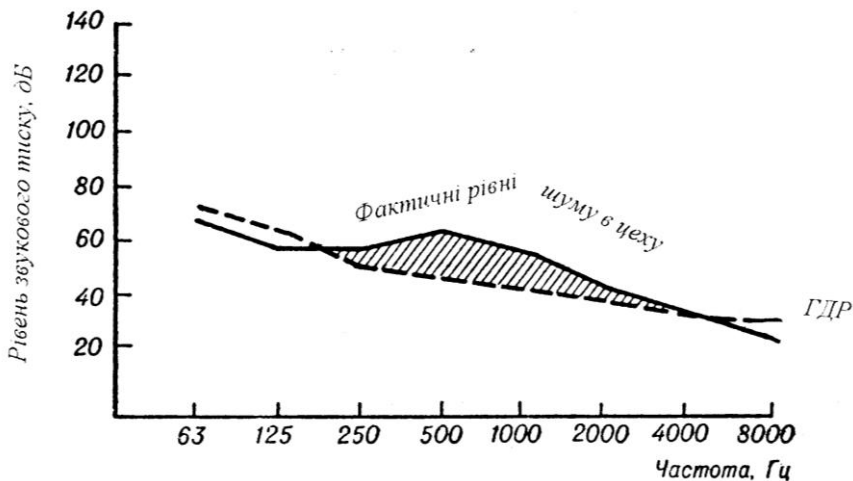


Рис. 2. Спектрограма шуму

13. Провести аналіз одержаних даних по замірному спектру шуму на робочому місці та величині перевищення допустимих рівнів після коректування

$$\Delta L_n = L_{\text{сум.ф.}} - L_K \quad (11)$$

14. У висновках привести дані по величині перевищення ΔL_n .

4. Контрольні питання

1. Що є виробничим шумом?
2. По яких характеристиках оцінюється шум?
3. Що являє собою звуковий тиск?
4. Що таке інтенсивність та потужність звукових коливань?
5. Як оцінюється рівень шуму?
6. Що таке децибели звукового тиску, інтенсивності та потужності шуму?
7. Як визначити частоту та період звукових коливань?
8. Що таке спектр шуму?
9. На які діапазони частот діляться виробничі шуми?
10. Що таке октавний рівень шуму?
11. Як визначається середня частота в октавній смузі частот?
12. Що таке швидкість розповсюдження звукових коливань і від чого вона залежить?
13. Як визначити сумарний рівень шуму декількох джерел?
14. Як визначається довжина звукової хвилі?

15. Як підрозділяється виробничий шум за частотним складом?
16. Як класифікується шум за характером спектру та часовими характеристикам?
17. Як нормується шум, згідно санітарних норм?
18. Які види трудової діяльності розглядаються в санітарних нормах по шуму?
19. Що таке граничний спектр шуму?
20. Що таке еквівалентний рівень шуму і як він пов'язаний з граничним спектром?
21. Яка апаратура використовується для вимірювання виробничого шуму?
22. З яких частин складається шумомір?
23. Як вимірюється спектр шуму?
24. Як вимірюється еквівалентний рівень шуму в дБА?
25. Як оцінюється перевищення рівня шуму на робочих місцях виробничого персоналу?

5. Література

1. ДСН 3.3.6.037.-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Київ, 1999. – 29 с.
2. Юдін Е. Я. та ін. Охорона праці в машинобудуванні.– М: Машинобудування, 1987 – 432 с.
3. Жідецкий В.У. та ін. Основи охорони праці.– Львів, 2000 – 351с.
4. Алексеев С.П. та ін. Боротьба з шумом та вібрацією в машинобудуванні. – М: Машинобудування, 1970 – 208с.
5. ДСН 3.3.6.039.-99. Санітарні норми загальної вібрації. – Київ, 1999. – 29 с.

Початкові дані до лабораторної роботи

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

Примітка: ТД – творча діяльність;

ВК – висока кваліфікація;

ВД – виробнича ділянка;

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

РП – робота з дистанційним керуванням виробничими процесами;

РТ – робота з вказівками по телефону.

Продовження початкових даних для оцінки дії шуму

№ вар.	Фактичний рівень	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами									$L_{екв.}$	Кількість РМ, n_1, n_2
	$L_{Ф}$	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1, 11, 24	$L_{Ф1}$	60	55	47	34	35	41	32	30	25	45	2
	$L_{Ф2}$	70	68	57	48	45	37	40	45	48	49	4
2, 12, 22	$L_{Ф1}$	71	68	64	60	47	58	39	41	36	59	4
	$L_{Ф2}$	73	71	63	56	64	46	50	47	40	52	3
3, 13, 23	$L_{Ф1}$	62	57	58	57	52	49	37	39	32	43	2
	$L_{Ф2}$	70	59	54	48	58	69	55	41	47	60	5
4, 14, 21	$L_{Ф1}$	63	59	50	58	46	55	47	50	39	50	3
	$L_{Ф2}$	78	67	69	61	50	58	46	43	38	47	6
5, 15, 26	$L_{Ф1}$	70	67	65	60	70	66	62	55	48	46	6
	$L_{Ф2}$	68	56	58	62	64	57	41	44	36	41	4
6, 16, 27	$L_{Ф1}$	65	62	68	59	50	46	41	45	50	52	5
	$L_{Ф2}$	72	60	68	60	56	55	47	44	40	48	4
7, 17, 28	$L_{Ф1}$	76	69	60	66	61	58	49	46	37	54	3
	$L_{Ф2}$	74	67	73	63	60	70	64	55	47	57	3
8, 18, 29	$L_{Ф1}$	77	66	61	51	44	49	45	40	38	60	5
	$L_{Ф2}$	70	68	66	57	58	55	58	49	45	52	2
9, 19, 25	$L_{Ф1}$	76	63	69	60	66	59	43	45	39	50	3
	$L_{Ф2}$	67	66	60	59	57	46	49	47	44	55	4
10, 20,30	$L_{Ф1}$	72	70	61	56	57	54	50	42	35	46	3
	$L_{Ф2}$	79	66	63	56	48	45	37	35	34	44	2

Примітка: 1. $L_{екв.}$ - Еквівалентний рівень шуму в дБ(А).

23. У таблиці наведені фактичні рівні звукового тиску від двох джерел $L_{Ф1}, L_{Ф2}$ для кожного варіанту на дев'яти середньо октавних пологах частот (стовпці 3-11 таблиці).

3. Кількість робочих місць (РМ) з відповідними джерелами шуму наведено у стовпці 13 таблиці.

ПРОТОКОЛ № 3
виконання лабораторної роботи з дисципліни
«Основи охорони праці»

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

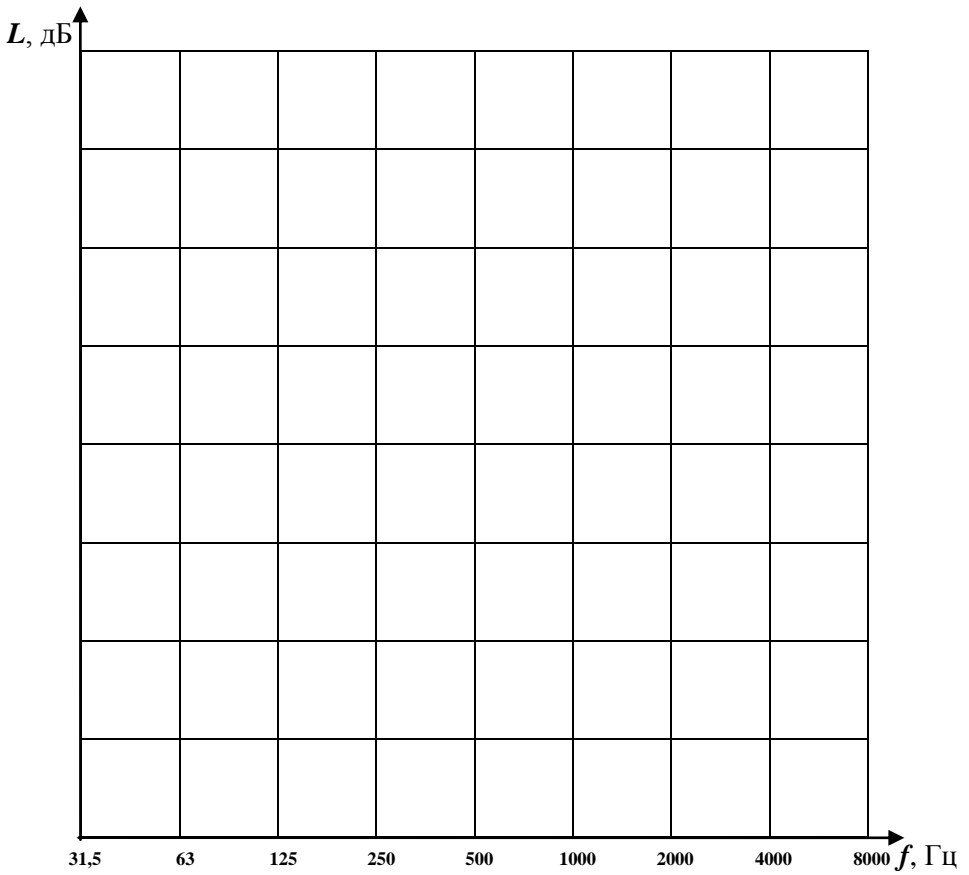
П.І.Б. _____ група _____ Варіант _____

Початкові дані:

1. Вид трудової діяльності: _____;
2. Розташування робочого місця, на якому вимірюється шум:
_____;
3. Додаткові джерела шуму: _____.

Результати вимірювань і розрахунків рівнів шуму на робочому місці

Параметри	Позначення	Середньгеометричні частоти (f), Гц									дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Досліджуваний спектр № 1, $n_1 =$	$L_{\Phi 1}$										
2. Сумарний рівень шуму з урахуванням джерел шуму № 1	$L_{\text{сум.}\Phi.1}$										
3. Досліджуваний спектр № 2, $n_2 =$	$L_{\Phi 2}$										
4. Сумарний рівень шуму з урахуванням всіх джерел шуму № 2	$L_{\text{сум.}\Phi.2}$										
5. Сумарний рівень шуму з урахуванням всіх джерел шуму	$L_{\text{сум.}\Phi.}$										
6. Граничний спектр	L_{Π}										
7. Поправка на тональність шуму	ΔL_1										
8. Поправка на джерело шуму	ΔL_2										
9. Граничний коректований спектр	L_K										



Спектрограма шуму
Розрахунки

Висновок: _____

Роботу виконав: _____ (підпис) Роботу перевірів: _____ (підпис)

