

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

«Затверджено»

На методичній нараді
кафедри гігієни та екології

Завідувач кафедри

член-кореспондент НАМН України,
професор В.Г. Бардов _____
31 серпня 2016 р.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ

<i>Навчальна дисципліна</i>	Гігієна та екологія
<i>Модуль №</i>	1
<i>Змістовий модуль</i>	2. Комунальна гігієна
<i>Тема заняття</i>	Гігієнічне значення фізичних чинників в умовах населених місць
<i>Курс</i>	6
<i>Факультет</i>	Медичний №1
<i>Укладачі</i>	Доцент Вавріневич О.П.

Київ – 2016/2017 н.р.

1. Конкретні цілі:

- 1.1. Пояснювати гігієнічне значення шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання в містах.
- 1.2. Засвоїти загальні вимоги до рівня шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання в містах.
- 1.3. Тракувати та оцінювати аналіз рівня шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання в містах.
- 1.4. Ознайомитись з питаннями санітарного законодавства в галузі боротьби з шкідливими фізичними чинниками.
- 1.5. Скласти програму санітарного обстеження міст по вивченню впливу шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання на здоров'я населення.
- 1.6. Скласти комплекс заходів для поліпшення якості проживання населення в містах.

2. Базовий рівень підготовки

№ пп	Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
2.1.	Медична і біологічна фізика	1. Знати визначення поняття, фізичні характеристики звуку, шуму, електромагнітного випромінювання, вібрації 2. Володіти принципами роботи з приладами для вимірювання шуму, вібрації
2.2.	Нормальна анатомія	1. Знати основи анатомії слухового апарату.
2.3.	Нормальна фізіологія	1. Знати закономірності впливу шуму та вібрації на здоров'я людини. 2. Вимірювати фізіологічні показники впливу вібрації на організм (частоту дихання, серцевих скорочень, артеріальний тиск, температуру тіла та поверхні шкіри, чутливість шкіри).
2.4.	Гігієна та екологія	1. Знати гігієнічне значення шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання. 2. Класифікувати шум, вібрацію. 3. Знати показники, які характеризують шум, вібрацію. 4. Володіти принципами роботи з приладами по вимірюванню шуму, вібрації
2.5.	Професійні хвороби	1. Знати клінічну картину шумової хвороби, вібраційної хвороби.

3. Організація змісту навчального матеріалу

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).

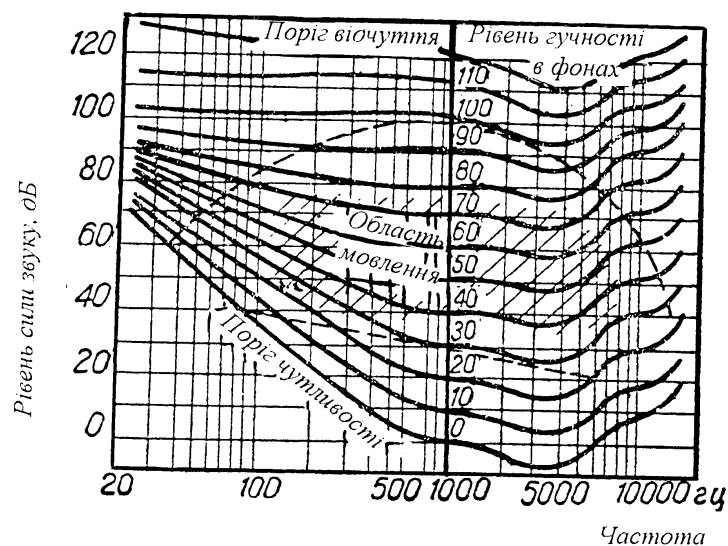
Сила звуку залежить від амплітуди коливань повітря і виражається в одиницях енергії - в звуковому тиску і вимірюється в ньютонах на метр квадратний (Н/м²). Людським вухом звуковий тиск сприймається в межах 2·10⁻⁵ - 2·10^{1,5} Н/м², охоплює біля 1 млн цих одиниць і унеможливорює їх використання для вимірювання сили шуму на практиці.

А тому використовують рівень інтенсивності, чи сили звукового тиску - відношення сили даного звуку в Н/м² (P) до її порогового значення P₀, рівного 2·10⁻⁵ 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 Н/м² 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. 33.1).



Мал. 33.1 Графік Робінсона 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.

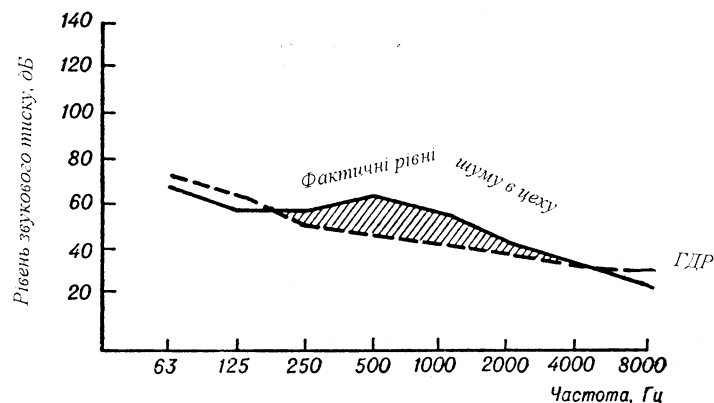
Існує також часова класифікація шуму, згідно якої шум поділяється на : безперервний (постійний), переривчастий (ритмічний і аритмічний) та імпульсний (ударний).

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.

Для визначення рівнів шуму в середньооктавних смугах користуються аналізатором спектру шуму чи шуму та вібрації .

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. 33.2. Спектрограма шуму

При відсутності аналізатора спектра шуму, його вимірюють за допомогою шумоміра, 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 формулам.

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/сек².

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_L , яка співпадає з віссю, що проходить через місце охопту 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 взаємоперпендикулярних напрямках (за трьома вісями) за допомогою того ж приладу ВШВ-003 (мал. 33.4) 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.

ГІГІЄНИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЧИННИКІВ В УМОВАХ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

Звук	– коливний рух частин пружного середовища, що розповсюджується у вигляді хвиль, які мають впорядкований, регулярний характер (<i>періодичні коливання</i>). Звукові хвилі є носіями звукової енергії. Досягаючи вуха, вони приводять у коливання барабанну перетинку, і людина чує звук.			
Шум	– безладні звукові коливання різноманітної фізичної природи, що характеризуються випадковими змінами амплітуди, частоти тощо (<i>хаотичні коливання</i>). В побуті – звуки, які заважають відпочинку, праці, сприйманню мови, музики.			
Вібрація	– механічні коливання, які генеруються ручним інструментом, станками, машинами та механізмами, які сприймаються тілом працюючого в результаті безпосереднього контакту.			
Електромагнітне випромінювання	- періодично змінне в просторі електромагнітне поле, в якому змінні електричне й магнітне поля тісно взаємопов'язані між собою і будь-яка зміна електричного поля тягне за собою зміни магнітного поля			
Джерела шуму в навколишньому середовищі	1. внутрішні		2. зовнішні	
	1). інженерне обладнання	3). побутове обладнання	1). засоби транспорту	3). енергетичні підприємства
	2). технологічне обладнання	4). санітарно-технічне обладнання	2). промислові підприємства	4). спортивні та гральні майданчики
Джерела вібрації	1. інженерне обладнання	2. санітарно-технічне обладнання	3. промислові установки	4. будівельні машини (дизелі-молоти)
				5. транспортні засоби (метрополітен, трамваї)
Джерела електромагнітних випромінювань	1. антенні пристрої радіо-, телевізійних і радіолокаційних станцій, що працюють у широкому діапазоні			
	2. високочастотні установки промислового і дослідного призначення			
Вплив шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання на здоров'я людини	Шум		Вібрація	Електромагнітне випромінювання
	1) вплив на слухову функцію		1) астеничний, астеновегетативний синдром, неврастенія	1) в дослідках на тваринах:
	2) подразнення, неспокій, порушення сну, відвертання уваги від звичних занять		2) порушення діяльності ССС	– підвищена температури тіла,
	3) зміна фізіологічних реакцій людини на стресові сигнали		3) вібраційна хвороба	пригнічення ЦНС
	4) вплив на психічне та соматичне здоров'я			– зниження активності окисно-відновних ферментів
	5) вплив на виробничу діяльність, розумову працю			– генетичні порушення, вади розвитку
Заходи захисту від шуму	1. <i>технічні</i> (зменшення шуму в джерелі)	2. <i>архітектурно-планувальні</i> (раціональне планування будинків, територій забудови)	3. <i>будівельно-акустичні</i> (обмеження шуму на шляху поширення)	4. <i>організаційні та адміністративні</i> (обмеження або заборона, або регулювання в часі експлуатації джерел шуму)
Заходи захисту від вібрації	1. раціональне розташування обладнання в будинку	2. віброізоляція агрегатів	3. використанні пружинних або гумових віброізоляторів	4. дотриманні відстані між будинком та джерелом вібрації
Заходи захисту від електромагнітного випромінювання	1. створення СЗЗ	2. екранування житла (зелені насадження, дифракційні екрани)	3. екранування вікон (прозоре скло з металізованими плівками)	

4. План і організаційна структура навчального заняття з дисципліни

№ з/п	Етапи заняття	Роз-поділ часу	Види контролю	Засоби навчання
1.	Підготовчий етап	5 хв.	Перевірка протокольних зошитів	<ul style="list-style-type: none"> - методичні вказівки; - аналізатор спектру шуму і вібрації ВШВ-003 - вимірювач електромагнітного поля (НЕМП-1) - витяг з ДСТ 12.1.003-83 – гранично допустимі рівні шуму, - витяг з ДСТ 12.1.12-78 та санітарних норм допустимих рівнів вібрації в житлових приміщеннях, - формули для розрахунку зон формування електромагнітного поля навколо антен радіолокаторних станцій та щільності потоку енергії надвисокочастотного поля - Ситуаційні задачі
1.1.	Організаційні питання			
1.2.	Формування мотивації			
2.	Основний етап	65хв.	Усне опитування за стандартизованими переліками питань, практичні завдання, ситуаційні задачі	
2.1.	Обговорення та розбір теоретичного матеріалу	15		
2.2.	Запис в протокольні зошити, обговорення та розбір тестів Крок-2	30		
2.3.	Вирішення ситуаційних задач	20		
3.	Заключний етап		Підсумковий контроль рівня знань (письмове тестування), перевірка протокольних зошитів.	
3.1.	Контроль кінцевого рівня підготовки	15		
3.2.	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	3		
3.3.	Інформування студента про тему наступного заняття	2		

5. Методика організації навчального процесу на практичному занятті

5.1. Підготовчий етап.

На початку заняття відбувається перевірка вихідного рівня знань студентів шляхом письмового тестування (додаток 1). Викладач визначає актуальність теми.

5.2. Основний етап.

Викладач зі студентами обговорює теоретичні питання теми (додаток 2). Наступним етапом роботи на занятті є вирішення ситуаційних задач (додаток 3) за допомогою нормативних документів (додаток 4)

5.3. Заключний етап

Здійснюється кінцевий контроль рівня знань (письмове тестування – додаток 5). Оцінюється поточна діяльність кожного студента протягом заняття, перевіряються протоколи і виставляється у журнал обліку відвідувань і успішності студентів. Староста групи одночасно заносить оцінки у відомість обліку успішності і відвідування занять студентами, викладач завіряє їх своїм

підписом. Викладач інформує студентів про тему наступного заняття і методичні прийоми щодо підготовки до нього.

6. Додатки

Додаток 2

Теоретичні питання

1. Гігієнічне значенні шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання
2. Дія шуму на орган слуху. Специфічна та неспецифічна дія шуму. Шумова хвороба. Поняття звукового комфорту, заходи боротьби з шумом.
3. Біологічна дія вібрації, основні симптоми вібраційної хвороби.
4. Дія електромагнітного випромінювання на організм людини
Заходи по зниженню несприятливої дії шуму і вібрації на організм
5. Основи та принципи гігієнічного нормування шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання.
6. Основи санітарного законодавства в галузі захисту населення від впливу фізичних факторів в населених містах
7. Методи і засоби профілактики несприятливої дії шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання
8. Методи і засоби медичного контролю за станом здоров'я населення при вивченні впливу фізичних факторів

Ситуаційні задачі

Задача 1.

В одному з районів міста Н. було проведено масове комплексне дослідження за участі різних фахівців стану здоров'я службовці проектних інститутів, які проживають і працюють у будинках, що розташовані на міських магістралях з інтенсивним рухом транспорту. Поруч з житловими будинками інтенсивно ведеться будівництво нових будівель. У 60 % службовців виявлено функціональні порушення центральної нервової системи, у 55 % - порушення сну, підвищену втомлюваність. Результати вимірювань та розрахунків (дБ) в квартирах і на робочих місцях наведені в таблиці.

Місце вимірювання	Вимірювання	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах частот із середньогеометричними частотами, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
В квартирі 8:00	I	70	63	52	43	40	33	35	30
	II	68	57	53	42	38	35	34	34
	III	68	59	50	49	39	33	34	37
	Середнє								
В квартирі 23:00	I	56	50	43	42	34	36	29	18
	II	59	53	46	38	36	39	32	23
	III	57	49	46	36	31	32	28	26
	Середнє								
В робочих приміщеннях проектного інституту 12:00	I	68	60	52	40	35	34	30	30
	II	70	58	49	43	39	35	32	29
	III	72	59	53	44	37	34	29	31
	Середнє								

1. Розрахуйте середні значення рівнів звукового тиску в квартирах та в робочих приміщеннях.
2. Оцініть рівні шуму в квартирах і на робочих місцях службовців.
3. Запропонуйте додаткові специфічні методи дослідження здоров'я населення, на виявлення патології зумовленої хронічною дією шуму.
4. Запропонуйте необхідні профілактичні заходи щодо покращення умов проживання та умов праці службовців.

Нормативні документи

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 обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних робіт і обробки експериментальних даних, прийом хворих у медичних пунктах.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
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
Житлові кімнати квартир, житлові приміщення будинків відпочинку, спальні приміщення в дитячих дошкільних закладах	63-55	52-44	45-35	39-29	35-25	32-22	30-20	28-18	40-30
Зали кафе, їдалень, ресторанів	75	66	59	54	50	47	45	43	55
Території, що прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, пансіонатів шкіл, бібліотек	75-67	66-57	59-49	54-44	50-40	47-37	45-35	43-33	55-45
Майданчики відпочинку на території мікрорайонів та груп житлових будинків, будинків відпочинку, пансіонатів, майданчики дитячих установ	67	57	49	44	40	37	35	33	45

Таблиця 2

Реакції населення на шум

Показники впливу небажаного шуму	Відсоток скарг при рівнях звуку (дБА) на прилеглих до будинків територіях	
	72	56
Шум турбує	97	37
Фізичний стан не порушений	3	63
Приймання седативних засобів	43	23
Звернення до лікаря зі скаргами психогенного характеру	30	3
Заважає розмовляти по телефону	80	3
Заважає читанню	70	10
Неможливо відчинити вікна в квартирах	93	17

Таблиця 3

Показники сну залежно від шумових умов

Рівень звуку, дБА	Тривалість засинання, хв	Максимальна тривалість спокійних інтервалів, хв	Відношення тривалості спокійного сну до загального його часу, %	Коефіцієнт активності
35	14-20	95-150	70-82	0,05-0,09
40	25-30	65-77	63-66	0,09-0,18
50	47-63	61-73	58-62	0,14-0,35

Таблиця 4

Нормативні рівні вібрації в житлових приміщеннях, дБ
 “Санитарные нормы допустимых уровней вибрации в жилых зданиях”
 (1975 г.)

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	2	4	8	16	31,5	63
Рівень віброшвидкості	79	73	67	67	67	67
Рівень віброприскорення	25	25	25	31	37	43
Рівень віброзміщення	133	121	109	103	97	91

Таблиця 5

ГДР електромагнітних полів (цілодобове безперервне випромінювання, амплітуда або кутова модуляція)

“Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних полів (1996 р.)”

Діапазон	Метричний розподіл діапазону	Частота	Довжина хвиль	ГДР, В/м
5-й	Кілометрові хвилі (низькі частоти - НЧ)	30-330 кГц	10-1 км	25
6-й	Гектометрові хвилі (середні частоти – СЧ)	0,3-3 мГц	1-0.1 км	15
7-й	Декаметрові хвилі (високі частоти – ВЧ)	3-30 мГц	100-10 м	3 lgλ
8-й	Метрові хвилі (надвисокі частоти)	30-300 мГц	10-1 м	3

Таблиця 6

Охоронні та санітарно-захисні зони повітряних ліній електропередач

Тип лінії	Напруга, кВ	Охоронна зона, м	Санітарно-захисна зона	Відстань по горизонталі від проєкцій крайніх дротів до найближчого будинку, м
Повітряні лінії	До 20	10	-	2
	35-220	15-25	-	4-6
	330-750	30-40	20-40	8
Кабельна лінія електропередач в ґрунті	До 220	1	-	-
Кабельна лінія електропередач у воді	До 220	100	-	-
Трансформаторна підстанція, розподільчий пункт, пристрій	До 220 Вище 330	3 3	- за результатами замірів	- -

Таблиця 7

Гранично допустимі рівні щільності потоку енергії (ЩПЕ) поля надвисоких частот (НВЧ)

Тривалість опромінювання	Гранично допустимі рівні ЩПЕ, мкВт/см ²
При опроміненні не більше 15 хвилин на протязі робочого дня, при роботі у захисних окулярах	1000
При опроміненні не більше 2 годин на протязі робочого дня	100
При опроміненні на протязі всього робочого дня (8 годин)	10
Цілодобово, для всього населення	5

Примітки:

- Для антен, що обертаються, вказані величини множаться на коефіцієнт 10.
- Приведені гранично допустимі рівні служать основою для визначення розмірів санітарно-захисних зон (зон нормованого опромінення).
- При ЩПЕ, що перевищують 1000 мкВт/см², всі роботи (ремонт, наладка) дозволяється виконувати у захисних окулярах і комбінезонах з спеціальної металізованої тканини.

Методика 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_{\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 :

$I_{\max} - A_n$ або $I_1 -$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΔL	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.

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

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

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

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

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

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

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

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

Методика вимірювання шуму шумоміром ШУМ-1-М

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".

Робота з вимірювачем шуму і 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 дБІ" 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 1м/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. 33.2)

Визначення тональної аудіометрії аудіометром поліклінічним (АП)

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.

Формули для розрахунку зон формування електромагнітного поля навколо антен радіолокаторних станцій

$$R_{б.з.} = \frac{L_1 \cdot L_2}{4\lambda}, \quad R_{вд.з.} = \frac{L_1 \cdot L_2}{\lambda}, \quad R_{п.з.} = R_{вд.з.} \cdot R_{б.з.},$$

де: $R_{б.з.}$ – кінець ближньої зони, в см;

$R_{вд.з.}$ – початок віддаленої зони, в см;

$R_{п.з.}$ – розмір проміжної зони, в см;

λ - довжина хвилі РЛС, в см;

L_1 і L_2 – горизонтальний і вертикальний розміри розкриву антени в сантиметрах (для параболічних антен і круглих антен – їх вертикальний і горизонтальний діаметри).

Формули для розрахунку щільності потоку енергії (ЩПЕ) надвисокочастотного поля (НВЧ)

а) Для ближньої зони

$$\text{ЩПЕ}_{б.з.(\text{по вісі})} = \frac{3P_{сеп.}}{L_1 \cdot L_2}; \quad \text{ЩПЕ}_{б.з.(\text{по краю})} = \frac{P_{сеп.}}{3L_1 \cdot L_2};$$

б) Для проміжної зони

$$\text{ЩПЕ}_{п.з.(\text{по вісі})} = \frac{3P_{сеп.} \cdot (R_{б.з.})^2}{L_1 \cdot L_2 \cdot (R)^2}; \quad \text{ЩПЕ}_{п.з.(\text{по краю})} = \frac{P_{сеп.} \cdot D}{4\pi R^2};$$

в) Для віддаленої зони

$$\text{ЩПЕ}_{в.д.з.(\text{по вісі})} = \frac{P_{сеп.} \cdot D}{4\pi R^2}; \quad \text{ЩПЕ}_{п.з.(\text{по краю})} = \frac{P_{сеп.} \cdot D \cdot 0,5}{4\pi R^2};$$

де: ЩПЕ – щільність потоку енергії в мкВт/см²;
 $P_{\text{сер}}$ - середня потужність станції в мкВт (в паспорті РЛС);
 $L_1 - L_2$ – площа розкриву антени, в см²;
 R – відстань від антени до місця, для якого розраховується ЩПЕ, в см;
 D – коефіцієнт підсилення антени (вказаний у паспорті РЛС).

Розрахунок щільності потоку енергії (ЩПЕ) поля надвисоких частот (НВЧ) за допомогою номограм (рис. 1, 2)

а) По вісі пелюстки діаграми направленості у віддаленій зоні.

На правій шкалі номограми 1 знайдіть точку з величиною, що відповідає середній потужності станції $P_{\text{сер}}$. На шкалі D (ліворуч) знайдіть другу точку, що відповідає коефіцієнту підсилення антени. З'єднавши ці точки прямою лінією, на середній шкалі знайдіть третю точку ($P_{\text{сер}} \cdot D$).

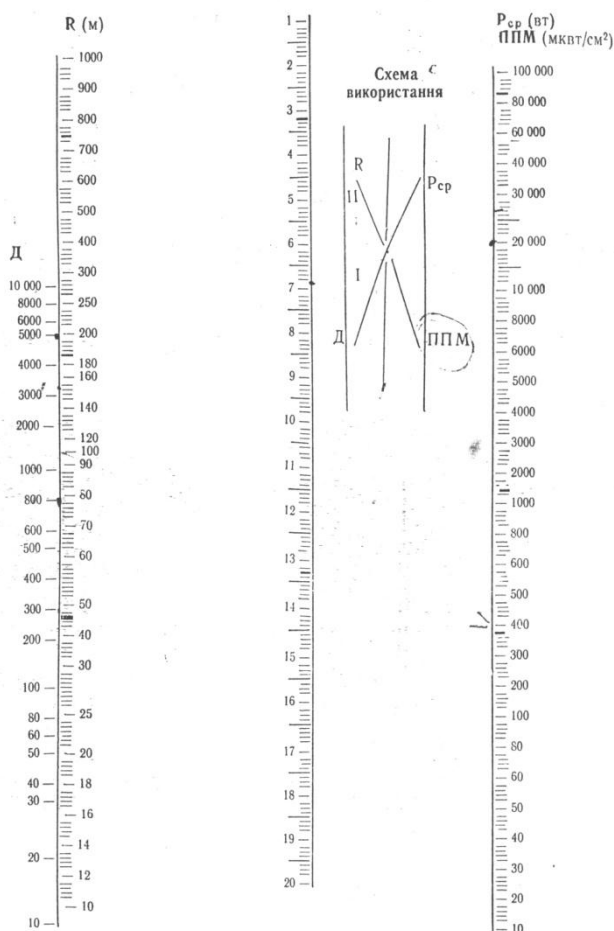
На шкалі R (ліворуч) знайдіть четверту точку з величиною відстані від антени місця, для якого ви розраховуєте ЩПЕ. З'єднавши прямою лінією цю точку з точкою $P_{\text{сер}} \cdot D$ на середній шкалі та продовживши її до правої шкали, знайдіть ЩПЕ для заданої відстані від антени РЛС.

б) По краю пелюстки діаграми направленості.

Для визначення ЩПЕ по краю пелюстки діаграми направленості НВЧ поля отриману величину помножте на 0,5.

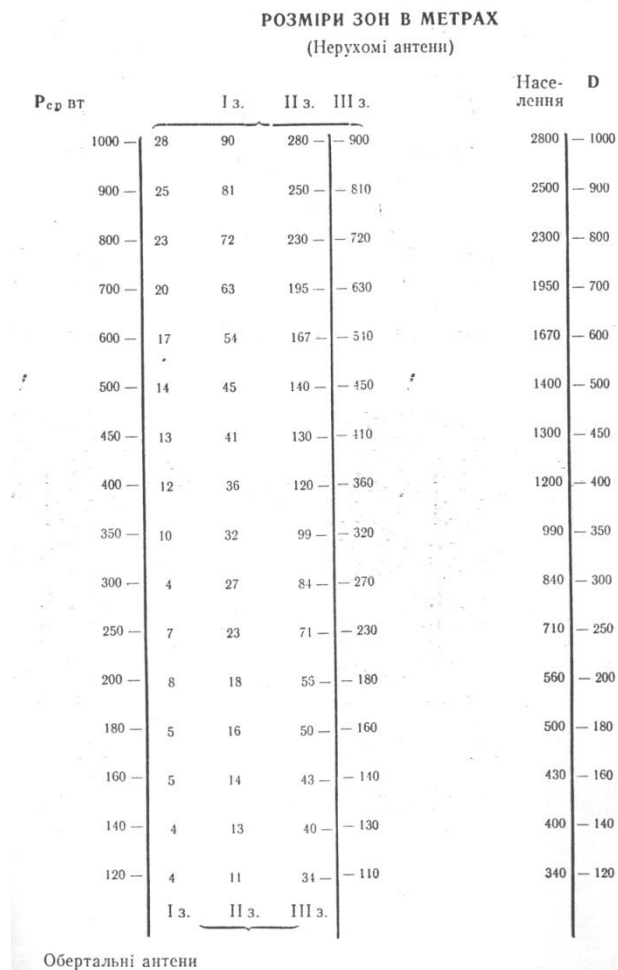
Наприклад: $P_{\text{сер}} = 800$ вт, $D = 400$, ЩПЕ на відстані $R = 100$ м буде дорівнювати:

- по вісі діаграми направленості 400 мкВт/см²;
- по краю пелюстки діаграми направленості $400 \cdot 0,5 = 200$ мкВт/см².



Мал. 59.2. Номограма №1 для визначення інтенсивності

Рис. 1. Номограма № 1 для визначення інтенсивності НВЧ випромінювань



Обертальні антени

Рис. 2. Номограма № 2 для розрахунку зон нормованих випромінювань

Розрахунок захисних зон навколо антени РЛС

а) Розрахунок провести за допомогою формул:

$$R_{(\text{по вісі})} = \sqrt{\frac{P_{\text{сер}} \cdot D}{4\pi M}}, R_{(\text{по краю})} = \sqrt{\frac{P_{\text{сер}} \cdot D}{4\pi M}} \cdot 0,5,$$

де: R – відстань від антени до межі захисної зони, в м;

$P_{\text{сер}}$ – середня потужність випромінювання антени в мкВт;

D – коефіцієнт підсилення антени (див. в умові задачі);

M – гранично допустима для даної зони ЩПЕ;

$$\pi = 3,14.$$

б) Розрахунок за допомогою номограми 2 (рис. 2).

На лівій вертикальній шкалі номограми 2 знайдіть середню потужність станції $P_{\text{сер}}$, на правій шкалі – коефіцієнт підсилення антени D (це паспортні дані станції, вказані в умові задачі). Пряма, що з'єднає ці точки покаже на середній шкалі розмір захисних зон I, II, III (зверху – для нерухомих антен, знизу – для антен, що обертаються).

7. Рекомендована література

7.1. Основна:

7.1.1. 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.

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

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

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

7.1.6. Матеріали лекції до теми.

7.2. Додаткова:

7.2.1. 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.

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

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

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

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