

## Лабораторна робота №3

### ЗВУК. ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У МЕДИЦИНІ

Мета роботи: Дослідити вплив звуку на біологічні об'єкти.

Акустика – це наука про звук, яка вивчає процеси виникнення, поширення, сприйняття та впливу звуку. Акустика має досить розгалужену систему напрямків. Так, розрізняють фізичну та геометричну акустику (по аналогії з оптикою), а також архітектурну акустику, музичну акустику, аеро- та гідроакустику, медичну акустику та акустику мови.

Звук (в широкому розумінні) – це пружні хвилі, які поширюються в пружному середовищі (в газі, рідині чи твердому тілі) і які викликають в ньому механічні коливання.

Звук (у вузькому розумінні) – це суб'єктивне сприйняття механічних коливань в пружному середовищі спеціальними органами відчуття людини чи тварини.

Пружні хвилі – це хвилі, які поширюються в рідких, твердих чи газоподібних середовищах за рахунок дії пружних сил. Коливання – це процес зміни стану системи поблизу точки рівноваги, що повторюється в часі. Головна відмінність коливань від хвиль полягає в тому, що вони не переносять енергії. В просторі коливання поширюються у вигляді хвиль. При цьому розрізняють повздовжні та поперечні хвилі. В повздовжніх хвилях частинки середовища коливаються вздовж напрямку поширення хвилі. А в поперечних хвилях частинки середовища коливаються перпендикулярно напрямку поширення хвилі. Тому повздовжні хвилі називають ще хвилями стиснення, а поперечні – хвилями зсуву.

Як будь-яка хвиля, звук характеризується частотою. У табл.3.1 наведено частотні діапазони звукових хвиль.

Таблиця 3.1 – Частотні діапазони звукових хвиль

Назва діапазону	інфразвук	діапазон чутності	ультразвук	гіперзвук
Частота	< 20 Гц	20 Гц – 20 кГц	до 1 ГГц	> 1 ГГц

Слід відмітити, що слух людини можна віднести до дуже точних приладів і його можна використовувати як порівняльний пристрій. Так, людина сприймає ледь чутний шурхіт, звуковий тиск якого становить близько  $2 \cdot 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup>, тобто в  $10^{10}$  раз менший, аніж атмосферний. Такий слабкий звук прогинає барабанну перетинку на відстань, меншу, аніж розміри атома. Основним носієм інформації в акустичних дослідженнях є саме звуковий тиск. До особливостей акустичних досліджень потрібно віднести той факт, що низькочастотні коливання розповсюджуються на порівняно більші відстані, ніж коливання високочастотні. Наприклад, звук з частотою 10 кГц у повітрі послаблюється у 2 рази на відстані 220 м, в той час як звук з частотою 1 МГц – на відстані 2 см. Очевидно, для проведення акустичних досліджень необхідними є джерела звукового тиску (випромінювачі) та приймачі.

Для генерації звуку використовують тіла будь-якої природи, що коливаються, і які викликають коливання оточуючого повітря. Наприклад, голосові зв'язки, динаміки або камертон. В техніці для проведення акустичних досліджень використовують електроакустичні методи генерації та реєстрації звуку, в яких акустичний процес перетворюється у функціонально з ним пов'язаний електричний та навпаки. Так, у випадку випромінювача електрична величина (струм, напруга) перетворюється в акустичну (звуковий тиск), а у випадку приймача – здійснюється перетворення звукового тиску в електричний сигнал. Схема типового акустичного вимірювального тракту наведена на рис.3.1.

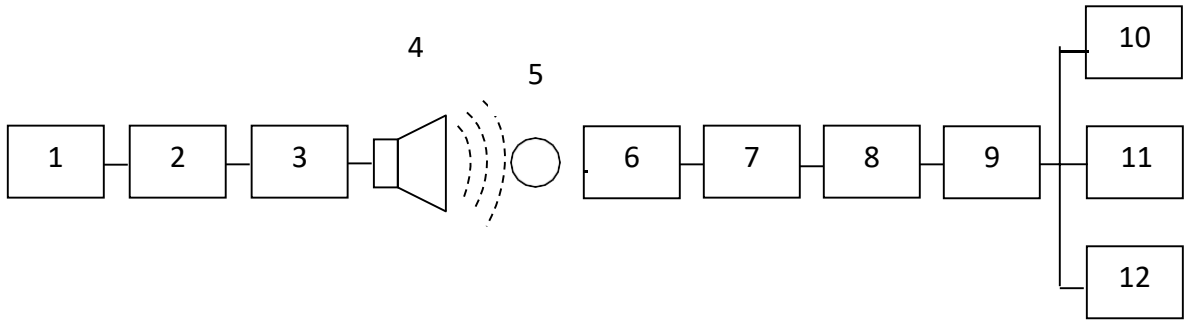


Рисунок 3.1 – Схема типового акустичного вимірювального тракту

Типовий акустичний вимірювальний тракт складається з акустичної частини (випромінювача і/або приймача звуку, блок 4 та 5 на рис.3.1), в якій електрична енергія безпосередньо перетворюється в акустичну і навпаки, та електронної частини (блоки 1 – 3 та 6 – 12 на рис.3.1), де створюються електричні сигнали, підсилюються і перетворюються у форму, зручну для реєстрації, візуального спостереження або подальшого опрацювання.

З іншого боку, у вимірювальному тракті виділяють випромінювальну та приймальну частини. До складу випромінювальної частини входять: генератор 1 електричних коливань, імпульсний модулятор 2 (у випадку використання імпульсного режиму роботи), підсилювач потужності 3 і електроакустичний перетворювач 4, який є випромінювачем звуку. У приймальній частині звуковий тиск перетворюється в електричний сигнал електроакустичним перетворювачем 5. Для підсилення отриманого електричного сигналу застосовується попередній підсилювач 6. Подільник напруги 7 дозволяє оптимізувати рівень сигналу на вході фільтру 8, призначеного для ослаблення всякого роду електричних наведень. Часовий селектор 9 здійснює селекцію сигналів в часі за імпульсного

режиму роботи. Вихідний сигнал може реєструватись самописцем рівня 10, вимірюватись електронним вольтметром 11 та спостерігатись на індикаторі осцилографа 12.

### Порядок виконання роботи

1. Визначити гучність наступних звуків за формулою:

$$E = 10 \lg \left( \frac{I}{I_0} \right),$$

де  $I_0$  – поріг чутності,  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>,

$I$  – інтенсивність звуку, Вт/м<sup>2</sup>.

№	Характер звуку	Інтенсивність, $I$ , Вт/м <sup>2</sup>	Гучність звуку, $E$ , фон
1.	тони серця через стетоскоп	$1 \cdot 10^{-11}$	
2.	шепіт	$1 \cdot 10^{-9}$	
3.	розмова: – тиха – нормальна – гучна	$1 \cdot 10^{-8}$ $1 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-6}$	
4.	шум на вулиці міста	$1 \cdot 10^{-5}$	
5.	крик	$1 \cdot 10^{-4}$	
6.	шум: – у потягу метро – мотоцикл – двигун літака – двигун літака (збли- зька)	$1 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-1}$ 1	
7.	поріг больового відчуття	10	

2. Використовуючи програмне середовище Excel, побудувати графік залежності інтенсивності звуку від гучності.
3. Визначити коефіцієнт проникнення звукової хвилі при температурі 20°C з повітря в речовину:

$$\beta = 4 \frac{C_1 \rho_1 \cdot 100\%}{C_2 \rho_2}$$

$C$ -швидкість хвилі в середовищі;

$\rho$ -щільність середовища;

$Z = C\rho$ - хвильовий опір.

№	Речовина	Хвильовий опір, $Z$ , кг/м <sup>2</sup> ·с	Коефіцієнт проникнення звукової хвилі, $\beta$ ,%
1	Залізо	40000000	
2	Бетон	4800000	
3	Вода	1440000	
4	Гума	60000	
5	Повітря	420	
6	Масло	1350000	

4. Використовуючи програмне середовище Excel, побудувати діаграму для речовин за величиною коефіцієнт проникнення звукової хвилі.
5. Зробити висновки щодо впливу звуку на біологічні об'єкти.