

¹ старший викладач кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»

² студент 1 курсу фізико-математичного факультету ДВНЗ «ДДПУ»

e-mail: vladislavnedostup@gmail.com

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЧУТЛИВОСТІ ВУХА ЛЮДИНИ

Стаття присвячена вивченню особливостей чутливості вуха людини. В курсі фізики для середніх навчальних закладів ці питання висвітлено недостатньо, тому розглянутий матеріал пропонується як додатковий до теми «Звук». Крім того, вивчаючи особливості звуку, учні мають можливість самостійно побудувати діаграму і прослідити особливості чутливості вуха людини від сили звуку та його частоти.

Ключові слова: звукові коливання, частота, чутливість, больовий поріг.

Вступ

Звук — це коливальні рухи пружного середовища. Межі звуку визначені згідно з його границями чутливості людини і в достатній мірі умовні від 16 до 20 000 Гц. Джерелом звуку може бути тіло (камертон, дзвінок, струна і т.п.), частота коливань якого лежить в діапазоні звукових частот.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Питанням викладення теми «Звук. Звукові явища ...» займалися фізики методисти Покровський О.А., Кірик Л.А., Коршак Є.В., Бабенко О.К., Сушинська І. Т та інші. Проте, матеріал з цієї теми в існуючих підручниках для основної і старшої школи висвітлюється недостатньо. У підручнику «Фізика-9» за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.А. Довгого не розглядаються поняття особливості звуків утворених різними джерелами, спектри звуків, тембр звуку, сприйняття звуку людиною, область чутності, поріг чутності й больового відчуття. А в підручниках «Фізика-10. Академічний рівень» В.Г. Бар'яхтара, Ф.Я. Божинової та «Фізика-10. Рівень стандарту» Є.В. Коршак, Л. І. Ляшенко, В.Ф. Савченко питання, пов'язані з вивченням і застосуванням звукових явищ, на жаль, взагалі відсутні.

Мета: доповнити матеріал такими важливими поняттями як висота звуку, частота звуку, спектри звуків, тембр звуку, сприйняття звуку людиною, область чутності, поріг чутності й больового відчуття, звуки й шуми, їх вплив на людину та навколишнє середовище, області застосування звукових явищ, вимірювання звуків, практичне складання діаграми чутності вуха людини.

Навчання фізиці, як і будь-якому предмету, має такі загально дидактичні цілі: освітні, виховні. Освітні цілі навчання фізиці:

- дати учням знання з основ фізики на сучасному рівні в певній системі: *основні поняття, закони, теорії*;
- сформулювати в учнів сучасну природно-наукову картину світу;
- оволодіння учнями методами наукового дослідження.

Програма для середніх загальноосвітніх навчальних закладів в Україні містить розділ «Коливання й хвилі», у якому передбачене вивчення звукових явищ в основній школі (9 клас) і в старшій школі (10 клас профільний рівень). У підручниках цей матеріал викладається недостатньо повно. Серед характеристик звуку розглядається гучність і висота звуку. Гучність звуку залежить від різниці тисків, амплітуди і частоти звукових коливань. Наприклад, що сильніший удар кульки по камертону, то гучніше він звучить, оскільки сильний удар є причиною виникнення коливань більшої амплітуди.

Крім того, нам здається доцільним ознайомити учнів із оцінкою рівнів сигналу за загальноприйнятою шкалою (у дБ) і можливістю виразити рівень сигналу в децибелах через характеристики звуку: рівень інтенсивності та рівень звукового тиску.

Це необхідно для встановлення зв'язку навчального матеріалу з іншими науками: біологією, медициною, фізіологією, основами сучасних технологій, а також формування культурної компетенції й наукового світогляду учнів.

До цієї теми пропонується додати наступний матеріал.

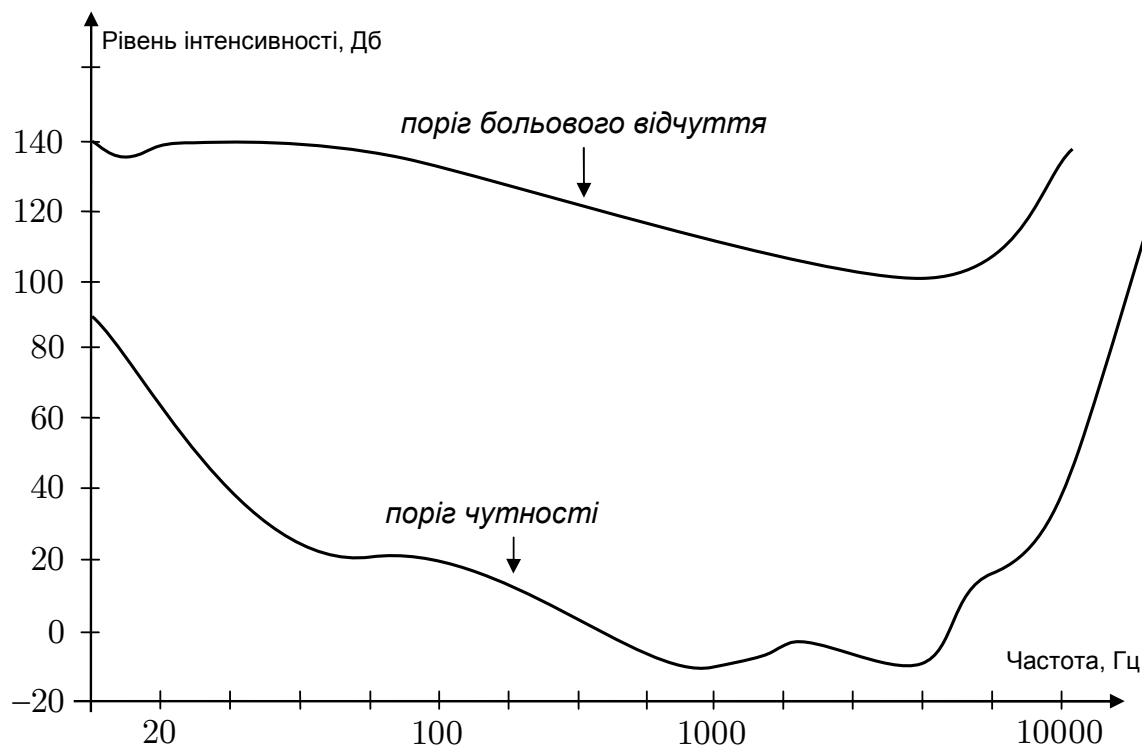
Орган слуху людини — це своєрідний приймач. Він складається із зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха, причому зовнішнє і середнє вухо служать для передачі звукових коливань до слухового аналізатора — равлика, що знаходиться у внутрішньому вусі. Равлик має декілька тисяч слабо пов'язаних між собою нервових волокон і близько 22000 нервових закінчень. Під час збудження волокон відбувається роздратування нервових закінчень, які одразу ж починають посилати імпульси в слуховий центр мозку, викликаючи тим самим звукове відчуття.

Звукові коливання, що діють на вухо людини, можуть бути *простими синусоїдальними* (прості звуки) і *складними*. Останні є неперіодичними коливаннями з випадковим законом змінювання амплітуди і частоти.

З віком слухова чутливість змінюється. Найбільша гострота слуху спостерігається у 15-20-річних, а потім вона поступово падає. Мінімальна сила звуку, здатна викликати відчуття ледь чутного звуку, називається порогом чутності, або порогом слухового відчуття. Чим менше величина звукової енергії, необхідна для отримання відчуття ледь чутного звуку, тим вище чу-

тливість вуха.

Найменше значення сили подразнення чистого тону і є порогом чутності. Порог чутності індивідуальний для різних людей, він залежить від їх віку, методів вимірювань і частоти. Порогу чутності на частоті 1000 Г відповідає звуковий тиск $p = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Зростання гучності звуку може призвести до дії подразнення і, врешті-решт, до відчуття болю у вухах. Між порогом больового відчуття і порогом чутності знаходиться область слухового сприйняття.



Діаграма чутливості вуха людини

Звукові коливання, що сприймаються вухом людини, а також сигнали звукового мовлення можуть змінюватися в широких межах. Це викликає ряд ускладнень при їх оцінюванні. Тому з метою спрощення обчислень і процесу вимірювань для отримання стислого масштабу величину сигналів оцінюють не в абсолютних, а у відносних логарифмічних одиницях.

Важливою особливістю слухового сприйняття є так званий **бінауральний ефект** — ефект слухання двома вухами, завдяки чому слухач здатний визначати напрям джерела звуку.

На низьких частотах **бінауральний** ефект виникає за рахунок відмінності фаз, а на більш високих частотах — за рахунок відмінності амплітуд (внаслідок екрануючої дії голови) звукових коливань. Людина визначає напрям приходу звукових коливань в горизонтальній площині з точністю до $3 \dots 4^\circ$, а при переміщенні джерела звуку у вертикальній площині точність набагато менша — $40 \dots 50^\circ$.

Ефект маскування — це ще одна особливість слухового сприйняття. Цей ефект, який спостерігається при одночасному звучанні декількох джерел звуку, проявляється в тому, що відбувається підвищення порогу чутності маскованого «корисного чистого тону» порівняно з порогом чутності його в тиші. Ефект маскування помітніший у разі однакових частот маскованого і маскуючого чистих тонів. Низькочастотні чисті тони сильніше маскують високочастотні. При маскуванні мовного сигналу шумом знижується розбірливість мови.

Висновки

Вдосконалення методики викладання теми «звук» сприяє вирішенню ряду завдань, серед яких головними є: поглиблення знань учнів, формування базових фізичних знань, розвиток уявлень про роль звуку у повсякденному житті.

Матеріал цієї теми сприяє активізації пізнавальної і розумової діяльності учнів, підвищує їхній інтерес і успішність у навчанні, сприяє свідомому вибору майбутньої професії.

Література

1. *Войнов О., Белошапка О.* До вивчення звукових явищ в курсі фізики в середніх навчальних закладах. // Гуманізація навчально-виховного процесу. — 2018, № 1 (87). — С. 302–317.
2. Фізика. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf>
3. *Ананьев Б. Г.* Теория ощущений. — Л. : изд-во Ленингр. ун-та, 1961. — 454 с.
4. Физический энциклопедический словарь : Гл. редактор А.М.Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1983. — 928 с.
5. *Нейман Л. В., Богомилъский М. Р.* Анатомия, физиология и патология органов речи и слуха : Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений. Под ред. В.И. Селиверстова. — М.: ВЛАДОС, 2001. — 224 с.
6. *Ландсберг Г. С.* Элементарный підручник фізики. — К.: Радянська школа, 1967. — 456 с.
7. *Бар'яхтар В. Г.* Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень : Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я.

Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна. — Х. : Видавництво «Ранок», 2011. — 320 с.

8. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 10 клас. Рівень стандарту : Підручник. — К.: Генеза, 2012. — 192 с.

Beloshapka Alexander, Nedostup Vladislav

Donbas State Pedagogical University, Sloviansk, Ukraine.

Studying features of human ear sensitivity

The article is devoted to the study of the features of sensitivity of the human ear. In the course of physics for secondary schools, these issues are insufficiently reflected, therefore the considered material will be offered as an additional one to the theme «Sound». In addition, by studying the peculiarities of sound, students have the opportunity to build diorama independently and to trace the peculiarities of the sensitivity of the human ear to the intensity of the sound and its frequency

Keywords: *sound vibrations, frequency, sensitivity, pain threshold.*