ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ СЛЫШИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АУДИОМЕТРА АА-02.

Цель работы:

- 1. Ознакомиться с работой аудиометра автоматизированного АА-02.
- 2. Определить с помощью аудиометра пороги слышимости по воздушному звукопроведению на разных частотах от 125 до 8000 Гц.
- 3. Проанализировать полученные аудиограммы.

<u>Принадлежности:</u> аудиометр автоматизированный АА-02, наушники, компьютер. **Теоретическая часть**



1. Акустика раздел физики – изучающий звуковые волны, их виды и их распространения в упругих средах. Диапазоны звуковых волн разделяются на инфра звуки, слышимые звуки и ультразвук. (Рисунок 4)

Рисунок 4. Диапазоны механических колебаний.

Звуковые волны могут служить примером колебательного процесса. Всякое колебание связано с нарушением равновесного состояния системы и выражается в отклонении ее характеристик от равновесных значений. Для звуковых колебаний такой характеристикой является давление в точке среды, а ее отклонение – звуковым давлением. Если произвести резкое смещение частиц упругой среды в одном месте, например, с помощью поршня, то в этом месте увеличится давление. Благодаря упругим связям частиц давление передается на соседние частицы, которые, в свою очередь, воздействуют на следующие, и область повышенного давления как бы перемещается в упругой среде. За областью повышенного давления следует область пониженного давления, и, таким образом, образуется ряд чередующихся областей сжатия и разряжения, распространяющихся в среде в виде волны. Каждая частица упругой среды в этом случае будет совершать колебательные движения. В жидких и газообразных отсутствуют значительные колебания средах, где плотности, акустические волны имеют продольный характер, то есть направление колебания частиц совпадает с направлением перемещения волны. Основной характеристикой звуковой волны является частота звука, измеряемая в герцах (Гц), определяемая как число колебаний в единицу времени: [v]=Гц=1/с

ДИАПАЗОНЫ ЗВУКОВЫХ ВОЛН:

- до 16 Гц – инфразвуковые колебания;

- от 16 Гц до 20 кГц – звуковые колебания;

- свыше 20кГц – ультразвуковые колебания.

2. Характеристики звуковых волн:

Объективные:

1) частота звука (Гц, кГц); 1Гц=с⁻¹.

2) интенсивность звука или средняя плотность потока энергии I; $[I] = BT/M^2$;

$$I = \frac{E}{t \cdot s} \left(\frac{\mathcal{A}\mathcal{H}}{c \cdot M^2} = \frac{Bm}{M^2} \right), \tag{15}$$

где Е – энергия звуковой волны (Дж)

t – время действия звуковой волны (c)

S – площадь поверхности, на которую падает звуковая волна (м²)

<u>Интенсивность</u> – это средняя энергия, переносимая звуковой волной за 1с через площадку 1 м², расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Интенсивность может быть выражена формулой:

$$I = \frac{1}{2} \rho \cdot \omega^2 \cdot A^2 \cdot \upsilon, \qquad (16)$$

где р – плотность среды

 $\omega = 2\pi v - \kappa$ руговая частота

А – амплитуда колебаний

о – скорость распространения волны в данной среде

3) Уровень интенсивности звука L измеряется в децибелах: [L]= дБ;

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \tag{17}$$

где I – интенсивность звука.

I₀ − 10⁻¹² Вт/м² называется интенсивностью звука на пороге слышимости (на частоте 1кГц в звук с такой же интенсивностью и ниже неслышим человеческим ухом).

Субъективные:

1) Уровень громкости Е измеряется в фонах: [Е]= фон;

Ранее указывалось, что человеческое ухо способно воспринимать звук лишь в пределах от 16Гц до 20 кГц. Это означает, что уровень громкости звука Е, субъективно оцениваемый человеком, зависит от частоты. В области звукового восприятия человеком $E = K \lg \frac{I}{I_0}$, где коэффициент К зависит от частоты. Это уравнение выражает психофизиологический закон Вебера-Фехнера, утверждающий, что если интенсивность звука возрастает в геометрической прогрессии (в разы), то уровень интенсивность – в арифметической (на несколько децибел).

Человеческое ухо наиболее чувствительно к звуку на частоте порядка $1\kappa\Gamma\mu$. По этой причине считается, что K=1 при $v=1\kappa\Gamma\mu$. По мере отступления от этой частоты уровень громкости при прочих равных условиях падает, поэтому, чтобы сохранить прежнюю громкость звука уровень интенсивности приходится увеличивать. Кривая постоянной громкости для стандартного порога слышимости изображена на рис 5.



Рисунок 5 Метод построения кривой потери слуха ощущения на разных частотах

 стандартный порог слышимости;
индивидуальный порог слышимости;
кривая потери слуха.
Установлено, что человеческое

ухо наиболее чувствительно к частотам 2500-3000. Метод измерения остроты слуха называется аудиометрией. С помощью этого метода снимают аудиограмму - пороговую кривую слухового ощущения на разных частотах. Сравнивая аудиограмму больного с нормальной кривой пороги слухового ощущения, можно диагноцировать заболевания органов слуха.

Назначение прибора: Аудиометр автоматизированный АА-02 (в дальнейшем функционального аудиометр) предназначен для оценки состояния слухового анализатора человека путем определения порогов слышимости по воздушному и звукопроведению сравнения обследуемого костному методом слуха С характеристиками, эквивалентными порогу слышимости отологически нормального человека, а также путем проведения надпороговых тестов.



Аудиометр подключен К компьютеру через интерфейсное устройство. В случае появляется ЭТОМ возможность отображать аудиограммы на экране монитора, хранить, просматривать И распечатывать результаты обследований, создавать И редактировать картотеки пациентов используя обработки программу результатов аудиометрических обследований.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ: ВЫПОЛНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОМЕРА АУДИОМЕТРА

Порядок выполнения работы:

- 1. Проверить компьютер он должен быть включен преподавателем или лаборантом.
- 2. На аудиометре проверить подключение наушников, кнопки пациента «Ответ», сетевого шнура, интерфейсного устройства к соответствующим разъемам на задней панели аудиометра.
- 3. Подключить аудиометр к сети и включить его нажатием тумблера на задней панели аппарата. На индикаторе аудиометра появится следующее изображение:

Тон: 1000Hz	ПОДАЧА
ПРАВОЕ ВОЗД.	ABTOMAT

При обследовании в автоматизированном режиме воздушной проводимости в наушники (сначала в правый) подаются в определенной последовательности звуковые сигналы частотой 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 750, 500, 250, 125. После определения порогов слышимости правого уха процесс повторяется для левого уха с тем же порядком предъявления частот.

АУДИОМЕТР №1

4. На рабочем столе ПК открыть папку АА-02Т, запустить файл АА-02.exe.

- 5. В пункте меню *Картотека* выбрать команду *Открыть* и в открывшемся запросе *Открыть картотеку* выбрать название картотеки по факультету и нажать кнопку *Загрузить.* Откроется окно Пациента.
- 6. Проверить связь компьютера с аудиометром, т.е. на аудиометре последовательно нажать кнопки *Bocnp*. и *Печать*. При этом на компьютере появиться сообщение: <u>Проверка связи прошла успешно</u>, которое можно закрыть символом 🗵.
- 7. Создать карточку пациента, для этого в выбранной картотеке в окне *Карточка* щёлкнуть по кнопке *Новая*, откроется окно *Заполнение новой карточки*. Заполнить карточку нового пациента (Фамилия, имя, отчество, дата рождения и в строке адрес ввести номер группы) и щелкнуть по кнопке *Выполнить*. Новая карточка появиться в списке, при этом фамилия пациента будет выделена синим цветом.
- 8. Открыть окно аудиограммы щелкнув по кнопке *Показать/Обследовать* (или двойным нажатием левой клавишей мыши по фамилии). В имени окна должна быть указана фамилия обследуемого.
- 9. Обследуемый должен надеть правильно наушники («красный» правое ухо; «синий» - левое ухо) и взять в руки кнопку пациента «ответ». Эту кнопку необходимо нажимать и отпускать при появлении звука в наушниках.
- 10.На аудиометре нажать кнопку *Сброс*, при этом результаты предыдущего обследования будут удалены.
- 11. Нажать кнопку *Прогр*, на индикаторе аппарата появится перечень частот.
- 12.После проверки перечня нажмите кнопку АВТ, аудиометр готов к работе.
- 13.Обследуемый должен нажать и отпускать кнопку **Ответ**, при этом аудиометр автоматически переходит в режим тренировки. Тренировка проводится с целью научить обследуемого правильно нажимать кнопку (правильным считается нажатие во время звучания тона в телефоне).

Если обследуемый не отвечает или не дает трех правильных ответов подряд, включается звуковой сигнал, на индикаторе аппарата появится сообщение: ТРЕНИРОВКА НЕ ПРОШЛА. НАЖМИТЕ КНОПКУ АВТ. В этом случае необходимо нажать кнопку *Авт* и запустить повторно программу тренировки нажатием кнопки пациента *Ответ*.

Если обследуемый успешно выполняет тренировку аудиометр автоматически перейдет к определению порогов слышимости. После того, как пройдет обследование, включится звуковой сигнал.

- 14.По окончанию обследования нажать на аудиометре последовательно кнопки *Bocnp.* и *Печать*. На компьютере появиться аудиограмма и данные в таблице.
- 15. На экране монитора нажать на пульсирующую кнопку Записать.
- 16. Данные исследования, выведенные на экран монитора, занести в таблицу 7 протокола лабораторной работы.
- 17. Щелкнуть по кнопке Картотека и при необходимости повторить работу для следующего пациента с пункта 7.
- 18. Закрыть все окна символом 🗵.

19. Построить кривые слышимости для левого и правого уха, сделать выводы

АУДИОМЕТР №2

1. На рабочем столе ПК открыть программу СЛУХ при помощи ярлык для Слух.

2. Проверить связь компьютера с аудиометром, т.е. на аудиометре последовательно нажать кнопки *Bocnp*. и *Печать*. При этом на компьютере появиться окно «Текущее

обследование», которое можно закрыть кнопкой 🗵. Если это окно не появилось, а на приборе раздался звуковой сигнал отсутствия связи, выключите прибор.

3. В пункте меню *Картотека* выбрать команду *Открыть* и в открывшемся запросе *Открытие картотеки* выбрать название картотеки по факультету и нажать кнопку *Открыть*. Окно *Открытие картотеки* закроется и откроется окно *Картотека*, при этом также появится меню окна *Картотека*.

4. Создать карточку пациента, для этого в выбранной картотеке в окне *Карточка* щёлкнуть по кнопке *Создать*, на фоне окна *Картотека* откроется окно *Карточка*. Заполните карточку нового пациента. При этом обязательным является заполнение полей *Фамилия, Имя, Дата рождения*. Переход к следующему полю карточки производится мышью, клавишей Enter или клавишей табуляции. Поле *Дата рожд.* заполняется в форме *чч.мм.гггг (например 12.05.1992)*.В графе *Пол* щелкните по символу ▼ и выберите в списке *М* или *Ж*. После заполнения, и новая карточка появится в списке окна *Картотека*, а окно *Карточка* закроется. Если карточка с такими же данными обязательных полей уже была в картотеке, программа предупредит о возможном создании дубликата карточки. Новая карточка появиться в списке, при этом фамилия пациента будет выделена синим цветом.

- 5. Открыть окно аудиограммы щелкнув по кнопке *Показать*. В имени окна должна быть указана фамилия обследуемого. При этом закроется окно *Картотека* и откроется окно *Обследование* и появится меню окна *Обследование*. В заголовке этого окна отображается фамилия, имя, отчество пациента выбранной карточки.
- 6. Обследуемый должен надеть правильно наушники («красный» правое ухо; «синий» - левое ухо) и взять в руки кнопку пациента «ответ». Эту кнопку необходимо нажимать и отпускать при появлении звука в наушниках.
- 7. На аудиометре нажать кнопку *Сброс*, при этом результаты предыдущего обследования будут удалены.
- 8. Нажать кнопку *Прогр*, на индикаторе аппарата появится перечень частот.
- 9. После проверки перечня нажмите кнопку *АВТ*, аудиометр готов к работе.

10. Обследуемый должен нажать и отпускать кнопку *Ответ*, при этом аудиометр автоматически переходит в режим тренировки. Тренировка проводится с целью научить обследуемого правильно нажимать кнопку (правильным считается нажатие во время звучания тона в телефоне).

Если обследуемый не отвечает или не дает трех правильных ответов подряд, включается звуковой сигнал, на индикаторе аппарата появится сообщение: ТРЕНИРОВКА НЕ ПРОШЛА. НАЖМИТЕ КНОПКУ АВТ. В этом случае необходимо нажать кнопку *Авт* и запустить повторно программу тренировки нажатием кнопки пациента *Ответ*.

Если обследуемый успешно выполняет тренировку аудиометр автоматически перейдет к определению порогов слышимости. После того, как пройдет обследование, включится звуковой сигнал.

- 11.По окончанию обследования нажать на аудиометре последовательно кнопки *Воспр.* и *Печать*. На компьютере появиться аудиограмма и данные в таблице.
- 12. На экране монитора нажать на пульсирующую кнопку Записать.

- 13. Данные исследования, выведенные на экран монитора, занести в таблицу 7 протокола лабораторной работы.
- 14. Щелкнуть по кнопке Картотека и при необходимости повторить работу для следующего пациента с пункта 4.
- 15. Закрыть все окна символом 🗵.
- 16. Построить кривые слышимости для левого и правого уха, сделать выводы.

Таблица 7

											1 40511	пца /
Частота		125	250	500	750	100	150	200	300	400	600	800
(Гц)						0	0	0	0	0	0	0
правое	уровень											
ухо	интенсив											
	ности											
	(дБ)											
левое	уровень											
ухо	интенсив											
	ности											
	(дБ)											
норма		20	10	2	1	1	1	0	-2	-3	0	14

Выводы:

Вопросы для собеседования.

- 1. Что такое звук? Его физические и физиологические характеристики.
- 2. Что устанавливает закон Вебера-Фехнера?
- 3. Что означают кривые равной громкости?
- 4. Что такое порог слухового ощущения? Порог болевого ощущения?
- 5. Что такое: а) уровень интенсивности? б) Уровень громкости?
- 6. Что измеряется в децибелах, фонах, Bт/м²?

Вопросы для самостоятельного изучения.

- 1. Что такое перкуссия, аускультация, аудиометрия?
- 2. Какую роль в биофизике слуха играют косточки: наковальня, молоточек, стремянка?
- 3. Как устроено внутреннее ухо? 4. Каково роль Кортиева органа?

Литература: 1. Лекции по физике.

2. Ремизов А.Н, Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов/А.Н. Ремизов, А.Г.Максина, А.Я. Потапенко. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Дрофа, 2003.-560с.:ил.

- 3. Губанов Н.И., Утепбергенов А.А. М., "Медицинская биофизика" 1978, 336 с., ил
- 4. Эссаулова И.А. и др. "Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике».
- 5. Антонов В.Ф, "Физика и биофизика": Учебник/ Под ред. В.Ф. Антонова.- М.: ГЭОТАР- Медиа, 2008.- 480с.: ил.