

Практична робота

Дослідження будови, принципу роботи та характеристик слухових апаратів

Мета роботи: Вивчення конструкції, принципів функціонування та технічних характеристик слухових апаратів.

Задачі роботи:

- ~ Ознайомитися з будовою сучасних слухових апаратів.
- ~ Вивчити принцип підсилення та обробки звукового сигналу.
- ~ Дослідити основні технічні параметри слухових апаратів.
- ~ Навчитися аналізувати амплітудно-частотні характеристики
- ~ Оцінити ефективність роботи пристрою при різних рівнях вхідного сигналу.

Теоретичні відомості

Слуховий апарат – це електроакустичний пристрій, призначений для компенсації порушень слуху шляхом підсилення, фільтрації та обробки звукових сигналів.

- ~ Слухові апарати застосовуються для:
 - ~ компенсації приглухуватості;
 - ~ підвищення розбірливості мовлення;
 - ~ покращення соціальної адаптації пацієнта.

Види слухових апаратів:

1. Завушні слухові апарати (ВТЕ) – розміщуються за вухом і повітрянопровідною трубкою з'єднані із внутрішньовушною вкладкою, розташованою безпосередньо в слуховому проході користувача. Сучасні слухові апарати мініатюрні, різних кольорів і дизайну, практично не помітні за вухом і підходять практично для будь-якої втрати слуху.

2. Внутрішньовушні (ІТЕ) і внутрішньоканальні (ІТС, СІС) слухові апарати – розміщуються в слуховому проході. Їх виготовляють індивідуально, попередньо зробивши зліпок вушного проходу. Вони малопомітні і комфортні. Однак їх не можна використовувати у дітей до 12 років і при глибокій втраті слуху.

3. Кишенькові слухові апарати – розміщуються поза зоною вуха пацієнта (в кишені, на поясі і т.п.). Слуховий апарат являє собою прямокутний корпус і з'єднаний шнуром з телефоном і вушною вкладкою, яка безпосередньо розташовується у вушному проході. Такі слухові апарати застосовуються досить рідко – в основному, для компенсації приглухуватості у людей, страждаючих порушенням координації рухів або артритом.

4. Окулярні слухові апарати розроблялися спеціально для людей, що носять окуляри. Електронна схема такого апарату монтується прямо в дужку окулярів, а у деяких моделей дужка виконує також функцію мінівібратора, що робить сприятливий ефект на зір користувача.

5. Є ще кісткові слухові апарати у вигляді шпильок на волосся, обідка. Однак широкого поширення вони не отримали.

За способом обробки звукового сигналу розрізняють:

1. Аналогові слухові апарати – забезпечують лише посилення і нескладну обробку сигналу і володіють невеликим набором функцій. Аналогові апарати не володіють такими широкими можливостями тонкої настройки, як цифрові, але, з іншого боку, звук, одержуваний при використанні такого апарату, залишається більш живим і природнім, без металевого відтінку, характерного для звукового сигналу в комп'ютерній обробці.

2. Цифрові слухові апарати – розробляються і виготовляються з використанням найбільш сучасних технологій обробки звуку. Забезпечують найвищу якість слухопротезування, і при цьому мають безліч функцій для різних життєвих ситуацій. Звукові коливання, проходячи через такий слуховий апарат, перетворюються на цифровий формат і обробляються таким чином, щоб максимально поліпшити якість звучання. Є багато переваг цифрових апаратів:

вхідний сигнал: робить фільтрацію шумів; адаптивне підсилення; компресію; виділення мовного сигналу

Підсилювач потужності – підсилює сигнал для подачі на випромінювач.

Телефон (ресивер) – перетворює електричний сигнал у звук, передає вже оброблений звук у внутрішньовушний слуховий канал. В основному розміщується в корпусі слухового апарату, крім заушних моделей з технологією винесеного телефону. В останньому варіанті телефон знаходиться всередині індивідуального вушного вкладиша безпосередньо біля барабанної перетинки.

Джерело живлення - батарея або акумулятор.

Конструкція слухових апаратів побудована таким чином, що всі перераховані складові частини розміщуються всередині корпусу. Тому, чим потужніша модель пристрою, тим апарат більший.

4. Основні технічні характеристики

- ~ максимальне акустичне підсилення, дБ
- ~ вихідний рівень звукового тиску, дБ SPL
- ~ частотний діапазон
- ~ коефіцієнт гармонічних спотворень
- ~ еквівалентний рівень власних шумів

Завдання

1. Ознайомитися з конструкцією усіх типів слухових апаратів. Визначити основні конструктивні відмінності.
2. Визначити основні елементи, побудувати структурні схеми приладів.
3. Дослідити технічні характеристики слухових апаратів.
4. Зробити порівняльну характеристику різних типів слухових апаратів.

Розрахункова частина

«Розрахунок параметрів слухового апарата за аудіограмою пацієнта»

В якості вихідних даних наведено аудіограму пацієнта.

Частота, Гц	Втрата слуху HL, дБ
250	20
500	30
1000	45
2000	60
4000	70

Технічні характеристики слухового апарата

Ємність батареї: $C = 160$ мА/год.

Струм споживання: $I = 1,8$ мА.

Потужність сигналу: $P_s = 0,85$ мВт.

Потужність шуму: $P_n = 0,015$ мВт.

Частота дискретизації: $f_s = 16000$ Гц.

Розмір буфера: $N = 256$.

1. Розрахуйте рівень необхідного підсилення

Для цього використаємо правило половинного підсилення:

$$G(f) = 0,5 \text{ HL}(f).$$

Підсилення повинно зростати зі збільшенням частоти. Це свідчить про високочастотну сенсоневральну приглухуватість.

За розрахованими даними побудуйте АЧХ приладу. (Графік повинен мати зростаючий характер. Це типова характеристика для компенсації високочастотної втрати слуху).

2. Розрахуйте час автономної роботи приладу

$$T = C/I.$$

3. Розрахуйте відношення сигнал/шум

$$SNR=10 \cdot \log_{10}(P_s/P_n).$$

Оцініть якість шумозаглушення.

Якщо SNR = 20 дБ – відмінно,

SNR = 15–20 дБ – добре

SNR = <15 дБ – недостатній рівень.

4. Розрахуйте затримку цифрової обробки

$$t_d = N/f_s.$$

Проаналізуйте, чи затримка є допустимою. Для слухових апаратів допустима затримка:

- ~ до 10 мс – оптимально,
- ~ 10–20 мс – допустимо,
- ~ 20 мс – дискомфортно.

5. Зробіть висновки по роботі.