



УДК 612.85.01:614/62-1/-9

АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ СЛУХУ

Лідія Володимирівна Новікова¹, Олександр Олександрович Новіков¹, Альона Віталіївна Долженко¹

¹ Кафедра Інформаційно-вимірювальних технологій електроніки та інженерії/Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна

Адреса для листування: Лідія Новікова, к.т.н., доцент

Місце роботи: Кафедра Інформаційно-вимірювальних технологій електроніки та інженерії, Херсонський національний технічний університет

Email: gingary1979@gmail.com

Анотація. Наукова робота присвячена схемному вирішенню та методики створення комп'ютерного аудіографа. Проведено аналіз літературних джерел з питання будови, параметрів та використання аудіометрів та аудіографів.

Приведена математична модель, яка описує пересування базилярної мембрани під дією довільного звукового тиску.

Завдання створення комп'ютерного аудіографу зводиться до розробки портативного пристрою, що перетворює постійну напругу малогабаритної акумуляторної батареї в змінний синусоїдальний сигнал з заданим частотним і амплітудним діапазоном та оброблює і представляє результати з використанням комп'ютера. Для вирішення поставленого завдання найкращим варіантом буде використання мікроконтролера. Мікроконтролер буде ядром проектованого аудіографа. Приведена схема, елементна база та проведені випробування аудіографа.

Ключові слова: аудіометр, аудіограф, слух, мікроконтролер, мікросхема.

Вступ. Актуальність теми обумовлена, насамперед, необхідністю надати спеціалізовану допомогу пацієнтам з вушною патологією. За даними статистики Всесвітньої Організації охорони здоров'я 7% населення страждає від порушень слухової функції. За даними Мінздраву України порушеннями слуху в нашій країні страждає близько 6% населення.

Чим раніше порушення слуху діагностують і починають лікувати, тим більше імовірний успіх терапії та видужання пацієнта. Методи, що існують в арсеналі лікарів–отоларінгологів (дослідження сприйняття мови) та прилади (камертон) оцінюють слух тільки приблизно.

Особливо гостро проблема порушення слуху стоїть при діагностуванні дітей різного віку: від народжених і до школярів.

Основним суттєвим недоліком усіх відомих методів діагностики слуху є висока собівартість аудіографів, яка при недостатній фінансованій спроможності медичних закладів викликає великі проблеми. Що в свою чергу сприяє пошуку виходу з проблеми шляхом удосконалення існуючих старих аудіографів. В цьому контексті йде пошук розроблення комп'ютерного аудіографа або удосконалення існуючого старого аудіометра.

Матеріали та методи дослідження. Метою даної дипломної роботи є розробка комп'ютерного аудіографа. Для цього вирішували наступні завдання:

1. Проаналізувати особливості слухового аналізатора, сприйняття ним звуку та методи діагностування слуху.

2. Визначення функціональної схеми та елементної бази аудіографу.

3. Провести програмування мікроконтролера.

4. Провести тестування та клінічні випробування аудіографа

Об'єкт дослідження: процес розробки комп'ютерного аудіографа.

Предмет дослідження: математична модель слуху; функціональні схеми аудіографу; програми тестування аудіографу.

Методи дослідження. У роботі використані методи моделювання в електроніці при розробці моделі слуху; методи теорії електричних та електронних кіл при розрахунку резистору, що обмежує струм крізь світлодіод; методи програмування при програмуванні мікроконтролера; методи аналогової схемотехніки при виборі елементної бази схеми аудіографа; методи метрології при визначенні класу точності приладу.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Розроблена математична модель слуху та передачі звуку в слуховому апараті, яка показала, що канал завитка є фільтром низьких частот і АЧХ затухає вище частоти 103 Гц.

2. Запропоновано використання в якості носі інформації пристрій на базі мікросхеми ISD1416 (ISD1420), яка являє собою пристрій запису / відтворення звукової інформації і засновані на технології зберігання аналогового сигналу в багаторівневих енергонезалежних комірках пам'яті.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Запропонована методика, функціональна схема комп'ютерного аудіографа, основою якого є аудіограф, який може використовуватися для діагностування стану слуху дітей.

2. Матеріалу можуть використовуватися в навчальному процесі кафедри ІВТЕІ.

Результати досліджень. З огляду літератури визначено будова та роль слухового аналізатора; сприйняття їм звуку [1]; методи дослідження слухового апарату [2]. Відзначається, що для дослідження слуху дітей, особливо немовлят більш придатний комп'ютерний аудіометр або комп'ютерний аудіограф, що є різновидність аудіометра. Основна проблема – це дуже висока ціна такого приладу. Тому в багатьох випадках виникає потреба удосконалення існуючих старих аудіометрів.

Для визначення резонансних частот в присінковій драбині завитка використано математичну та електричну модель завитка. Для визначення ролі елементів вуха в сприйнятті звуку проведено дослідження акустичної передаточної функції та її характеристики відносно завиткового ходу внутрішнього вуха [3]. Вибрані параметри та моделі завитка, яку представили як довгу вузьку трубу з жорсткими стінками і перетворили по аналогії з довгими електричними лініями, представити електроакустичною схемою заміщення. Проведено розрахунок АЧХ моделі. Низькочастотні коливання проходять з входу трубки на її вихід без перешкод. На частоті $f_0=9646$ Гц спостерігається гострий резонанс, який відповідає власній частоті закритої труби відповідної довжини. Отримана АЧХ показує, що канал завитка сам по собі є фільтром низьких частот. Урахування опору втрат та акустичної загрузки приводить до зниження частоти резонансу та більш швидкому затуханню АЧХ на частотах вище резонансної.

Завдання створення комп'ютерного аудіографу зводиться до розробки портативного пристрою, що перетворює постійну напругу малогабаритної акумуляторної батареї в змінний синусоїдальний сигнал з заданим частотним і амплітудним діапазоном та оброблює і представляє результати з використанням комп'ютера. Для вирішення поставленого завдання найкращим варіантом буде використання мікроконтролера. Мікроконтролер буде ядром проектного аудіографу. Передбачається, що контролер буде відповідати не тільки за інтерфейс користувача, включаючи систему управління та індикації приладу, але і за генерацію необхідних сигналів для кісткового вібратора. Запропонована функціональна схема.

Суть пропонованого методу подачі сигналу полягає в тому, щоб не генерувати тон як це реалізовано в класичних аудіограф, а сформувати блок даних, впроваджених в пам'ять обчислювальної системи, призначеної для перетворень цифрових даних в звук (далі як відтворює пристрій), і впровадити програму управління цим блоком в систему управління відтворюючих пристроєм.

Приведений принцип побудови та технічні характеристики аудіографа та встановлено, що він відноситься до першого класу точності.

Обговорення результатів. Показано, що діагностування слуху можливо проводити різними методами, але при встановленні стану слуху дитини більш виправдано використання комп'ютерного аудіографу в основу якого покладено аналізу повітряної та кістяної провідності. Розроблена функціональна схема аудіографу. Мікросхема є пристроєм запису / відтворення звукової інформації і зберігає аналоговий сигнал в багаторівневих енергонезалежних комірках пам'яті. Представлена програма, проведено програмування мікроконтролера та вибрані ряд інтерфейсів, що дозволяє розширити управління шляхом підключення клавіатури і надає можливість підключення таких пристроїв як принтер і USB-Flash. Проведено тестування та апробація роботи аудіографа, які показали можливість його використання в діагностики слуху дітей. Визначені принцип побудови, технічні характеристики та клас точності комп'ютерного аудіографа.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Быков В. Л. Органы слуха и равновесия // Частная гистология человека (краткий обзорный курс). — Учебник. — СПб.: СОТИС, 2001. — С. 227—235. — 304 с.
2. Проект «Аудиометр портативный, основанный на костной проводимости» / Томский университет систем управления и радиоэлектроники; Разработчики: Нигматуллин Р. Ф. – ФВС. – Томск, 2010. – 94 с.
3. Новикова А.А. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОРРЕКЦИИ БИОСИГНАЛА // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2014. – № 1;
URL: biofbe.esrae.ru/198-947 (дата обращения: 12.11.2017).