

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Ольховецький Микола Зіновійович

УДК 611.85:519.218

**МЕТОД ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ РОЗБІРЛИВОСТІ МОВИ ДЛЯ
ЦИФРОВИХ СЛУХОВИХ АПАРАТІВ**

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук,
професор кафедри біотехнічних систем
Ткачук Роман Андрійович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент:

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В даний час все більше число людей страждає порушеннями слуху. За даними Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) близько 500 мільйонів людей у всьому світі мають порушення слухової функції. В Україні різними порушеннями слуху, за даними ВООЗ, страждає кожна дев'ята людина. До категорії слабчущих відносяться люди різного віку: пацієнтами лікарів оториноларингологів стають як діти (включаючи новонароджених), так і люди похилого віку. Серед патологій слухової системи переважає нейросенсорна приглухуватість, на яку припадає 70 - 80% захворюваності, 20 - 30% припадає на ураження звукопровідного апарату. На сучасному етапі розвитку медицини проблема реабілітації слуху може бути вирішена медикаментозним або хірургічним шляхом лише в 5% випадків, в інших 95% випадків хворим призначають слухопротезування з допомогою слухових апаратів (СА).

Однак число пацієнтів, які оцінюють результати слухопротезування як незадовільні досить велика і на сьогоднішній день становить 20% від загального числа протезованих осіб. Це обумовлено такими факторами як неточне проведення аудіологічного обстеження, некоректний підбір і настройка параметрів СА, недостатні гнучкість і адаптивність програмного забезпечення для врахування індивідуальних особливостей патології пацієнта.

Тому проектування СА, а особливо у важких випадках слухової патології, доцільно проводити в індивідуальному порядку, коли розрахунок електроакустичних параметрів і проектування програмного забезпечення СА здійснюється за індивідуальним алгоритмом. При цьому актуальним є питання розроблення методів підвищення розбірливості мови в сучасних цифрових СА.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є вирішення важливої задачі підвищення розбірливості мови в цифрових СА шляхом розробки методу, що враховує індивідуальний характер втрат слуху. Досягнення поставленої мети здійснюється вирішенням наступних основних завдань:

- дослідження особливостей звукосприйняття у хворих з нейросенсорною приглухуватістю;
- аналіз існуючих методів підвищення розбірливості мови для цифрових СА;
- розробка методу підвищення розбірливості мови в цифрових СА для хворих НСП;
- обґрунтування і формулювання основних медико-технічних вимог до проектування цифрових СА;

Об'єкт дослідження: проектування адаптивних цифрових слухових апаратів.

Предмет дослідження: адаптивний метод підвищення розбірливості мови в цифрових слухових апаратах.

Наукова новизна отриманих результатів. Запропоновано адаптивний метод підвищення розбірливості мови в слухових апаратах, що компенсує порушення частотної селективності за допомогою цифрової обробки мовних сигналів, що дозволяє підвищити розбірливість мови у хворих з нейросенсорною приглухуватістю.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблений метод підвищення розбірливості мови дозволяє поліпшити сприйняття мови хворими з нейросенсорною приглухуватістю і використовується в практиці слухопротезування на етапі підбору слухового апарату для визначення його технічних характеристик.

Апробація результатів. За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018 рік.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 120 сторінках, списку використаних джерел з 25 назв на 3 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 124 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «СТАН ПИТАННЯ ПОКРАЩЕННЯ РОЗБІРЛИВОСТІ МОВИ В СЛУХОВИХ АПАРАТАХ» проаналізовано основні етапи та підходи до вирішення завдань процесу слухопротезування. Досліджено особливості сприйняття мовних сигналів хворими з нейросенсорною приглухуватістю, що дозволило виявити загальні закономірності сприйняття хворими НСП, необхідні для розробки методу підвищення розбірливості мови.

Проведено аналіз основних технічних характеристик існуючих цифрових слухових апаратів, а також можливостей СА для вирішення завдань компенсації порушень розбірливості мови.

Обґрунтовано доцільність використання методів цифрової обробки сигналів, зокрема методів цифрової фільтрації, для задач компенсації порушень сприйняття мови шляхом реконструкції основних інформативних ознак мовного сигналу.

У другому розділі «Аналіз методів підвищення розбірливості мови» проведено дослідження існуючих методів підвищення розбірливості мови в СА, заснованих на підвищенні контрастності мовного спектра і враховують особливості речевосприяття хворих на нейросенсорну приглухуватість (НСП). Виявлено недоліки даних методів, основним з яких є відсутність механізму компенсації порушення частотної селективності у хворих НСП.

У третьому розділі «Метод підвищення розбірливості мови в цифрових слухових апаратах» проведено аналіз відомих методів цифрової фільтрації зашумлених мовних сигналів, заснованих на різних модифікаціях алгоритмів шумозаглушення, що використовуються в цифрових СА. Обґрунтовано вибір методу цифрової фільтрації, заснованого на процедурі спектрального віднімання, як найбільш ефективного для задач обробки мовних сигналів в СА. Запропоновано модифікацію даного методу, що відрізняється тим, що при відніманні амплітудних спектрів коефіцієнти шумозаглушення визначаються на основі експериментально

отриманого співвідношення С/Ш, що дозволило поліпшити сприйняття мовних сигналів хворими НСП на фоні заважаючих перешкод.

Вперше запропоновано метод підвищення розбірливості мови в цифрових СА, заснований на попередній реконструкції мовного сигналу, а саме виділенні та фільтрації областей спектра, що межують з областями формантних максимумів перших двох формант мовної послідовності. Розроблений метод враховує такі індивідуальні особливості звукосприйняття, як порушення частотної селективності і механізмів маскування у хворих НСП, що дозволяє досягати підвищення розбірливості мови для хворих з середньо-важкими і важкими ступенями приглухуватості.

У четвертому розділі «Засоби реалізації методу покращення розбірливості мови» сформульовано і обґрунтовано основні медико-технічні вимоги до проектування слухових апаратів.

Проведено аналіз основних технічних параметрів і характеристик існуючих процесорів цифрової обробки сигналів, в тому числі детальний аналіз параметрів процесорів з фіксованою точкою. Обґрунтовано вибір процесора BF531, як найбільш оптимального для задач обробки звукових сигналів в слухових апаратах.

Розроблено алгоритм обробки мовних сигналів в процесор цифрової обробки сигналів, який реалізує метод підвищення розбірливості мови з урахуванням особливостей нейросенсорної приглухуватості.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методіку проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 56299,19 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто правила техніки безпеки при експлуатації комплексу для реєстрації та аналізу мови людини. Описано стійкість роботи цехів по виготовленню електронної медичної апаратури. Заходи захисту виробничого персоналу, надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик та засоби індивідуального захисту.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища і екології, вплив промислових електромагнітних полів на біосферу, вплив електромагнітних випромінювань на організм людини. Нормування і контроль рівнів випромінювань.

ВИСНОВКИ

У роботі вирішена актуальна і важлива задача підвищення розбірливості мови в цифрових СА шляхом розробки адаптивного методу, що враховує індивідуальний характер порушень слуху у хворих НСП за даними аудіологічних обстежень. Отримані результати мають важливе наукове і практичне значення, зокрема, для створення ефективних алгоритмів цифрової обробки мовних сигналів в СА, що компенсують індивідуальні особливості патології пацієнта. Проведені дослідження дозволили зробити наступні основні висновки:

- в результаті аналізу існуючих методів підвищення розбірливості мови в слухових апаратах до яких належать «Spectral contrast enhancement», «Sinusoidal modeling», «ConTrast» та ін.. відзначено ряд недоліків, що знижують ефективність їх застосування, основним з яких є відсутність механізму компенсації порушення частотної селективності у хворих НСП. Також до недоліків даних методів можна віднести відсутність об'єктивних критеріїв вибору адекватних параметрів слухопротезування, регулювання стандартних параметрів СА, які не враховують індивідуальні особливості звукосприйняття і ін. Показано, що відомі методи підвищення контрастності мовного спектра не дозволяють компенсувати такі особливості патології НСП, як порушення частотної селективності.

- модифікована схема алгоритму шумозаглушення на основі спектрального віднімання, як найбільш ефективного для задач обробки мовних сигналів в слухових апаратах. Запропоновано модифікацію даного методу, що відрізняється тим, що при відніманні амплітудних спектрів коефіцієнти шумозаглушення визначаються на основі експериментально отриманого співвідношення сигнал/шум, що дозволило поліпшити сприйняття мовних сигналів хворими НСП на фоні заважаючих перешкод. Використання мовного тесту на тлі шумових перешкод на етапі проектування адаптивних цифрових слухових апаратів дозволяє враховувати особливості сприйняття мови хворим в реальних акустичних ситуаціях, що надзвичайно важливо для задач підвищення розбірливості мови, а також дозволяє підвищити ефективність процесу слухопротезування.

- запропоновано адаптивний метод підвищення розбірливості мови в цифрових СА, заснований на виділенні і подальшій фільтрації формантних областей спектра, що межують з областями формантних максимумів. Розроблений метод здатний компенсувати такі функціональні порушення сприйняття мови, як порушення частотної селективності, а також підвищує розбірливість мови на тлі навколишніх шумів.

- запропоновано основні медико-технічні вимоги до проектування СА. Вироблені рекомендації до алгоритмічного і програмного забезпечення сигнальних процесорів для вирішення завдань проектування цифрових СА, з урахуванням особливостей функціонування в режимі реального часу. Обґрунтовано вибір процесора BF531, як найбільш оптимального для задач обробки звукових сигналів в слухових апаратах. Розроблено алгоритми виділення формантних максимумів і фільтрації областей спектра, що є оптимальними за швидкодією.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Ольховецький М.З. Задача оцінювання розбірливості мови / М.З. Ольховецький, А.Ю. Томчишин, Я.О. Вислоцький, В.Г. Дозорський // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 року. – Т2.: ТНТУ, 2018. – С. 136

АНОТАЦІЯ

Ольховецький Микола Зіновійович. Метод та засоби підвищення розбірливості мови для цифрових слухових апаратів. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено розробленню методу підвищення розбірливості мови в цифрових слухових апаратах у випадку протезування хворих з нейросенсорною приглухуватістю, що компенсує порушення частотної селективності за допомогою цифрової обробки мовних сигналів. Проведено обґрунтування технічних засобів реалізації методу в слухових апаратах.

Ключові слова: нейросенсорна приглухуватість, мовний сигнал, слуховий апарат.

ABSTRACT

Ol'khovetsky M. Z. Method and means of increasing the readability of speech for digital hearing aids. - Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2018.

The master's work is devoted to the development of a method for increasing the legibility of speech in digital hearing aids in the case of prosthetics of patients with neurosensory hearing loss, which compensates for the violation of frequency selectivity by digital processing of speech signals. The substantiation of the technical means for implementing the method in the auditory apparatus is carried out.

Key words: neurosensory hearing loss, speech signal, auditory apparatus.