

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертаційну роботу
Ляшко Дарії Олександрівни

на тему «Застосування сфокусованого ультразвуку для диференційної діагностики слуху людини», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Актуальність теми дисертації полягає в тому, що проблема втрат слуху є дуже розповсюдженою в теперешній час. Так, згідно доповіді Всесвітньої організації охорони здоров'я до 2050 року можуть частково або повністю втратити слух кожен четвертий житель планети. Причому, в близько 60% випадків цим втратам можна запобігти, якщо вчасно провести диференційну діагностику. Тобто виявити як наявність втрат слуху, та і визначити їх місце – середнє, чи внутрішнє вухо. Від цього залежить процедура лікування і реабілітації хворого, у випадку, коли це середнє вухо людини, при наявності втрат застосовують слухові апарати, або хірургічні методи відновлення слуху, у випадку внутрішнього вуха – це застосування кохлеарних імплантатів. Причому, для останніх вкрай важливо пересвідчитися у нормальному функціонування слухових нервів, які відводять електричні потенціали від завитки внутрішнього вуха людини до кори головного мозку. Вітчизняні технічні засоби для такої диференційної діагностики відсутні, а зарубіжні в більшості випадків тільки якісно, а не кількісно, характеризують стан слухової системи людини.

В дисертації проведено розрахунок польових характеристик лінійної прямокутної багатоелементної решітки п'єзоелементів з фокусуванням, яка має здійснювати акустичний вплив на завитку для підтвердження функціонування слухових нервів перед кохлеарною імплантацією. В роботі досліджено акустичне поле решітки та визначено розподіл тиску за глибиною при відхиленні від осі решітки, для точного фокусування на завитку внутрішнього вуха людини, та при зміні тривалості імпульсу.

Новим напрямком диференційної діагностики слуху, який також висвітлюється в дисертаційній роботі, є акустотермометрія - визначення температури завитки, яка має розміщуватися у фокальній області акустичного пучка, за власним шумовим акустичним випромінюванням. Це випромінювання фіксується п'єзоприймачем в ультразвуковому діапазоні частот, тобто метод є повністю пасивним і безпечним для людини. В дисертації отримані розрахункові співвідношення для сферичних і еліптичних акустичних лінз, які

використовуються в акустотермометрі з фокусуванням акустичного пучка, порівнюються ефективності лінз різної форми, і аналізується вплив цієї форми на точність вимірювання температури завитки внутрішнього вуха людини.

В теперішній час актуальним є ще питання застосування складних акустичних сигналів на слухову систему людини для поліпшення її функціонального стану, нейрофізіологічної корекції або психологічної реабілітації.

Таким чином, актуальність запропонованої тематики дисертаційної роботи Ляшко Д.О. не викликає сумнівів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: проведено огляд сучасних наукових досліджень застосувань сфокусованого ультразвуку в аудіології та об'єктивних методів діагностики слуху людини; вперше було розроблено пасивну ультразвукову систему, яка працює в режимі прийому ультразвукових коливань, з використанням акустичної фокусуючої лінзи, для визначення температури завитки; проведено експериментальне дослідження сфокусованої ультразвукової системи для диференційної діагностики слуху людини в режимі випромінювання; розраховано за допомогою методу чотириполіусників електричні параметри п'єзоперетворювача із акустичними узгоджуючими перехідними шарами та електричними колами; вперше проведено аналітичні розрахунки акустичного поля плоскої фазованої багатоеlementної решітки п'єзоelementів, в імпульсному режимі роботи, для динамічного фокусування на завитку внутрішнього вуха людини; удосконалено метод об'єктивного диференційного оцінювання слухової системи людини за допомогою електроенцефалографії, при впливі на систему складним аудіо-сигналом в усьому чутному діапазоні частот.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі акустичних та мультимедійних електронних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи на замовлення МОН України: "Новий широкосмуговий автоматизований портативний електроакустичний апаратно-програмний комплекс з підвищеними точністю і безпечністю для ранньої диференційної аудіологічної експрес-діагностики в медицині" (номер державної реєстрації № 0121U109609), під керівництвом завідувача кафедри, д.т.н., проф. Найді Сергія Анатолійовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання, яке полягає в подальшому розвитку методу впливу на слухову систему людини з використанням фокусуючого ультразвукового перетворювача, виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Ляшко Д.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та

напрямам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми “Електроніка”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям медичної акустотехніки.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Ляшко Дарії Олександрівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

У дисертаційній роботі автор використовує загальноприйняту термінологію, що є доречно та відповідає науковим стандартам. Послідовність та логічність викладення матеріалу є чіткою та зрозумілою для читача, що дозволяє розуміти зміст дослідження та його внесок у науку. Стиль мовлення автора є аргументованим, що забезпечує чіткість викладення матеріалу.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатку. Загальний обсяг дисертації 142 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та перераховано задачі дослідження, описані методи дослідження.

У першому розділі подано аналітичний огляд літератури щодо сучасного стану методів дослідження слуху людини шляхом застосування сфокусованого ультразвуку, типи конструкцій електроакустичних перетворювачів п'єзоелектричного типу для фокусування ультразвуку.

У другому розділі проведено дослідження з можливості застосування пасивної акустотермометрії для визначення температури внутрішнього вуха людини. В дисертації проведено розрахунок одноканального акустотермометру, що використовує фокусування акустичного випромінювання за допомогою еліптичної безабераційної лінзи, який дозволяє отримувати необхідну точність вимірювання температури в реальному масштабі часу.

У третьому розділі приведені розрахунки циліндричного неперервного хвильового фронту та застосування лінійної багатоеlementної решітки п'єзоелементів в електроакустичному перетворювачі для диференційної діагностики завитки внутрішнього вуха людини. Проведено математичний опис п'єзоелементів зі знаходженням зв'язку між вхідними електричними та вихідними акустичними величинами в режимі випромінювання та навпаки – в режимі прийому. Кожний елемент решітки представлений у вигляді чотириполосника, причому товщина п'єзоелементу є меншою всіх інших його геометричних розмірів.

У четвертому розділі наведені результати розрахунків та наведені конструкції вимірювальних засобів: високочастотного ватметра без активних елементів для вимірювання споживаної п'єзовипромінювачем електричної потужності, радіометра для вимірювання акустичної потужності сфокусованих ультразвукових пучків. За допомогою зазначених засобів проведено експериментальне дослідження макету електроакустичної системи, отримані частотні залежності випромінюваної акустичної потужності, споживаної електричної потужності та коефіцієнта корисної дії.

У п'ятому розділі наведені результати досліджень спектральних характеристик біоелектричної активності мозку студентів при прослуховуванні складних аудіо- сигналів, а саме, музичних композицій різного компонентно-структурного складу, що відрізняються наявністю мелодійної компоненти і швидкістю відтворення. Запропонована методика експерименту для перевірки впливу ряду музичних композицій на ритми головного мозку.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України, 1 стаття, що додатково висвітлює результати дисертації, 2 тези виступів на наукових конференціях.

Результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача та дотримання принципів академічної доброчесності також можна оцінити як високий, оскільки статті здобувача опубліковані у виданнях, які входять до переліку наукових фахових видань України за спеціальністю 171 Електроніка, що свідчить про дотримання наукових стандартів та вимог щодо наукової етики.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

До недоліків, які не знижують загальної цінності роботи, слід віднести:

1. Не вказані розміри робочої поверхні п'єзоперетворювача, яка контактує з біологічною тканиною, і, відповідно, не досліджено питання впливу геометричних розмірів на характеристики п'єзоперетворювачів.

2. При проведенні експериментальних досліджень електричних та акустичних характеристик п'єзоперетворювачів використовується лабораторний макет акустотермометра на базі декількох серійних приладів. Це

становить деяку незручність під час проведення експериментів та робить неможливим його використання в такому вигляді в медичних закладах.

3. Не конкретизована динаміка динаміка поведінки циліндричного фронту акустичного навантаження.

4. Не пояснено представлення елементів акустичної решітки у вигляді чотирьохполюсників.

5. В роботі зустрічаються граматичні та стилістичні помилки.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Ляшко Дарії Олександрівни на тему «Застосування сфокусованого ультразвуку для диференційної діагностики слуху людини» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Ляшко Дарія Олександрівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Рецензент:

Професор кафедри
Акустичних та мультимедійних
електронних систем,
КПІ ім. Ігоря Сікорського
д.т.н., професор



Підпис: *Сікорський* Коршика
ЗАВІРЮЄ: *ФЕЛ*
В. ДЕРІЙ ЖУЙКОВ



« 23 » травня 2023 року