

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**Дворника Олександра Олександровича**  
на тему: «**Методи та системи оцінки та корекції акустичних характеристик**  
**приміщень для публічних виступів**»,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
в галузі знань 17 "Електроніка та телекомунікації"  
за спеціальністю 171 "Електроніка"

### **Актуальність теми дисертації.**

На сьогоднішній день в Україні існує досить велика кількість мультифункціональних приміщень, призначених для проведення мовленнєвих та музичних презентацій. Поширеним недоліком таких універсальних залів є недостатня увага до акустики приміщення, що характеризується такими параметрами як розбірливість мовлення, якість відтворення музики, час реверберації, ступінь нерівномірності частотної характеристики, просторовість звучання тощо. Після визнання акустичних характеристик приміщення незадовільними, постає питання про їх оперативну корекцію.

Тому питання оцінки розбірливості мови у приміщенні, аналізу та оперативної корекції акустичних властивостей приміщення є актуальним науково-прикладним завданням.

Таким чином, актуальність дисертаційної роботи Дворника Олександра Олександровича є безсумнівною.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному. Дисертаційна робота Дворника Олександра Олександровича



спрямована на розробку нових та вдосконалення відомих методів оцінки розбірливості мовлення та методів оперативної корекції акустичних властивостей приміщення. В результаті виконання дисертаційного дослідження було вперше виконано порівняння, за точністю вимірювань, кількох різновидів модуляційного методу оцінки розбірливості мовлення, а саме, повного модуляційного методу, повного формантно-модуляційного методу та швидкого формантно-модуляційного методу. Це дозволяє виконувати обґрунтований вибір тривалості тестових сигналів, що використовуються при вимірюванні індексу передачі мовлення STI. Зрештою, це дозволяє забезпечити бажану точність вимірювань при мінімальних витратах часу акустичних вимірювань. В дисертаційній роботі вперше запропоновано спеціальний багатокомпонентний тестовий сигнал та алгоритми його обробки для порівняння двох видів непрямого методу із прямим методом оцінки індексу передачі мовлення, що дозволяє визначити кращий, в сенсі точності вимірювань, непрямий метод. Уточнено умови використання апаратури непрофесійного рівня в апаратно-програмному комплексі «Штучна голова», призначеного для оцінки бінауральних імпульсних характеристик приміщення, що дозволяє суттєво спростити реалізацію складних акустичних вимірювань. Вдосконалено та експериментально перевірено дієвість методу багатоканальної компресії сигналу, спотвореного реверберацією, в задачі оперативної корекції амплітудно-частотної характеристики приміщення.

Про достовірність отриманих автором результатів свідчить узгодженість результатів експериментальних та теоретичних досліджень, а також узгодженість отриманих результатів із літературними даними.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання 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 Дворника О.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми 171 Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Електроніка та телекомунікації.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Дворника Олександра Олександровича 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. Стиль мовлення науковий, мова викладення є загальноприйнятною з використанням сучасної наукової термінології. Зміст дисертаційної роботи є цілісним, виваженим та відповідає темі досліджень.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку літератури. Загальний обсяг дисертації 138 сторінок.

**У вступі** висвітлено питання актуальності дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання, описано методи дослідження, надано інформацію про наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено інформацію про представлення результатів роботи в періодичних наукових виданнях та апробацію її фрагментів на семінарах та наукових конференціях. Показано особистий внесок дисертанта та зв'язок отриманих результатів з застосуванням в освітньому процесі.



**Перший розділ** роботи носить оглядово-аналітичний характер, при цьому виконано огляд існуючих методів і підходів оцінювання розбірливості мови у приміщеннях, виконано аналіз праць, що стосуються ранніх відбиттів у приміщенні, а також огляд методів корекції акустики приміщення. Показано, що в існуючих наукових працях, присвячених дослідженню розбірливості мови, недостатньо вивчене питання, який з методів оцінювання розбірливості мови є оптимальним за критеріями точності та швидкості вимірювань, із врахуванням апріорної інформації про завадові умови. Дослідження методів виявлення ранніх відбиттів є актуальним, оскільки аналіз моментів появи ранніх відбиттів дозволяє робити висновки стосовно їх впливу на розбірливість мовлення, а також локалізувати напрямки приходу відбиттів до слухача. Також показано, що перспективним напрямом досліджень є питання частотної корекції акустики приміщення, однак наразі важко знайти рекомендації стосовно вибору методу корекції в реальному часі з урахуванням зміни наповненості приміщення.

**У другому розділі** виконано порівняння різновидів модуляційного методу оцінювання розбірливості мовлення за точністю вимірювань при різній тривалості тестового сигналу та при різних відношеннях сигнал-шум. Результатом порівняння є рекомендації щодо застосування методів в залежності від вимог до точності та швидкості оцінки розбірливості мовлення. Крім того, запропоновано використання багатокомпонентного тестового сигналу для порівняння прямого та непрямого методів оцінки індексу передачі мовлення, а також проведено модельне та експериментальне порівняння результатів застосування прямого та непрямого методів оцінки індексу передачі мовлення.

**Третій розділ** присвячено дослідженням методів акустичної експертизи приміщення з використанням штучної голови. При цьому показано, що за умови належного корегування частотної характеристики вимірювального тракту, при використанні побутового акустичного обладнання можливо отримати оцінки



імпульсної характеристики приміщення, а також оцінки розбірливості мовлення, що за точністю не поступаються таким для професійного обладнання.

В четвертому розділі дисертаційної роботи наведено результати суб'єктивної та інструментальної оцінки якості приміщення, а також результати експериментальних досліджень, спрямованих на оперативну, тобто, здійснену в реальному часі, корекцію амплітудно-частотної характеристики приміщення. Представлено суб'єктивні та об'єктивні оцінки розбірливості мовлення з урахуванням впливу шуму, ранніх та пізніх відбиттів. Розроблено апаратно-програмний комплекс для аналізу напрямків відбиттів звуку у приміщенні, а також продемонстровано працездатність запропонованого методу корекції частотної характеристики приміщення у реальному часі із застосуванням багатоканального компресора. Отримані результати є не тільки цікавими в науковому плані, але й корисними в прикладному аспекті, оскільки дозволяють оперативним чином налаштовувати системи звукопідсилення із врахуванням можливості зміни акустичних властивостей приміщення в процесі його експлуатації.

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 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 7 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б; 1 стаття прийнята до друку у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та віднесених до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.



Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача відповідає вимогам, що їх затверджено для подання дисертаційної роботи до захисту. Публікація результатів дисертаційних досліджень у рецензованих виданнях передбачають попередню перевірку на відсутність запозичень, що є одним з елементів підтвердження дотримання принципів академічної доброчесності.

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

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

Загалом дисертаційна робота Дворника Олександра Олександровича за своїм змістом відповідає зазначеній спеціальності 171 «Електроніка», однак стосовно даної роботи можна зробити певні зауваження, а саме:

1. В підрозділі 2.1, де порівнювалися повні модуляційний та формантно-модуляційний методи оцінки розбірливості мовлення, дисертант обмежився лише розглядом випадку дії шумової завади й не розглянув випадок сумісної дії шумової та ревербераційної завад.
2. В підрозділах 2.3 та 2.4, де запропоновано використовувати багатокомпонентний тестовий сигнал для порівняння прямого та непрямого методів оцінки індексу передачі мовлення, вказано на доцільність перевірки стійкості отриманих результатів до зміни форми довготривалого спектра мовлення, проте таку перевірку в рамках дисертації не реалізовано.
3. В підрозділі 2.4, де представлено результати модельних та натурних досліджень для порівняння прямого та непрямого методів оцінки індексу передачі мовлення, вказано, що у випадку натурального експерименту непрямі методи оцінки призводять до більш занижених результатів, ніж у випадку модельного експерименту, але не вказано на можливі причини такої різниці.



4. В підрозділі 3.1, де запропоновано коригувати амплітудно-частотну характеристику тракту вимірювання бінауральних імпульсних характеристик приміщення із застосуванням системи "Штучна голова", не вказано ступінь погіршення точності оцінок, отриманих за відсутності такого коригування.

5. В підрозділі 4.1, де наведено результати суб'єктивного та об'єктивного оцінювання впливу шуму, ранніх та пізніх відбиттів на розбірливість мови, не пояснено, чому за результатами суб'єктивного оцінювання розбірливість мовлення в середині приміщення погіршується не так сильно, як за результатами інструментального оцінювання.

6. Не достатньо коректним є підпис під рисунком 4.2.1 в підрозділі 4.2: "Схема способу акустичної оцінки приміщення".

7. В підрозділі 4.2 сказано про використання алгоритмів вимірювання рівня акустичних шумів та кутового положення вторинних відбивачів, проте не надано хоча б короткий опис цих алгоритмів.

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 Дворника Олександра Олександровича на тему «Методи та системи оцінки та корекції акустичних характеристик приміщень для публічних виступів» 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 галузі знань 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 Дворник Олександр Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

**Офіційний опонент:**

доктор техн. наук, професор,  
професор кафедри кібербезпеки та DATA-технологій  
факультету №6 Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ



03.06.2024

Олександр МОЖАЄВ