

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з навчальної роботи  
Національного технічного  
університету України  
“Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського”  
к.філос.н., проф.

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

“18” 03 2024 р.



з протоколу № 9 від 6 Березня 2024 р. розширеного засідання  
кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем  
Національного технічного університету України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

**БУЛИ ПРИСУТНІ:**

- з кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем;  
зав.каф., д.т.н., проф. Найда С. А., проф., д.т.н., проф. Артеменко М. Ю.,  
проф., д.т.н., проф. Власюк Г. Г., проф., д.т.н., проф. Дідковський В. С.,  
проф., д.т.н., проф. Коржик О. В., проф., д.т.н., проф. Лейко О. Г., проф.,  
к.т.н. Пілінський В. В., проф., д.т.н. проф. Продеус А. М., проф., д.т.н., проф  
Розорінов Г. М., проф., доц., к.т.н., доц. Козерук С. О., доц., к.т.н., доц.  
Лазебний В. С. доц., доц., к.т.н., доц. Макаренко В. В., доц., доц., к.т.н., доц.  
Швайченко В. Б., доц., к.т.н., доц. Берегун В. С., доц., к.т.н., доц. Богданов О.  
В., доц., к.т.н., доц. Дрозденко О. І., доц., к.т.н., доц. Трапезон К. О., доц.,  
к.т.н., доц. Гармаш О. В., доц., к.т.н., доц. Дрозденко К. С., доц., к.т.н.  
Попович П. В., доц., к.т.н. Оникієнко Ю.О., ст. викл. Батіна О. А., ст. викл  
Гребінь О. П., ст.викл.,к.т.н. Філіпова Н. Ю., ас. Левенець Н. Ф., ас. Скрипаль  
О. Ю., ас. Старовойт Я.І., ас. Паренюк Д.В., доц., к.т.н. Желяскова Т.М.  
- з кафедри електронних приладів та систем;  
зав.каф., д.т.н., проф. Ямненко Ю.С., доц., к.т.н., доц. Клен К.С.

## **СЛУХАЛИ:**

1. Повідомлення аспіранта кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем Дворника Олександра Олександровича за матеріалами дисертаційної роботи “Методи та системи оцінки та корекції акустичних характеристик приміщень для публічних виступів”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Тему дисертаційної роботи “Методи та системи оцінки та корекції акустичних характеристик приміщень для публічних виступів ” затверджено на засіданні Вченої ради факультету електроніки (протокол № 11/2019 від “25” листопада 2019 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., проф., Продеус А.М.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: д.т.н., проф. Найда С. А., д.т.н., проф. Коржик О.В., к.т.н., доц. Клен К.С., к.т.н., проф. Пілінський В.В., к.т.н., доц. Лазебний В.С.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: д.т.н., проф. Лейко О.Г., к.т.н., доц. Трапезон К.О., д.т.н., проф. Найда С.А., д.т.н., проф., Продеус А.М.

## **УХВАЛИЛИ:**

**ПРИЙНЯТИ** такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Дисертаційна робота направлена на дослідження методів та систем оцінки та корекції акустичних характеристик приміщень для проведення мовленнєвих заходів, а також на автоматизацію налаштувань систем звукопідсилення у приміщеннях, що призначені для мовленнєвих та музичних заходів. Актуальність теми дослідження зумовлена тим, що на сьогодні в Україні існує значна кількість мультифункціональних приміщень, акустичні характеристики яких не забезпечують високу якість мовленнєвих та музичних презентацій. Тому, після визначення акустичних характеристик приміщення, майже завжди постає питання про їх корекцію. Таким чином, оцінка та корекція акустичних характеристик приміщень є важливим напрямком досліджень в областях архітектурної акустики й організації мовленнєвих та музичних презентацій.

Значний внесок у дослідження та розв'язання задач аналізу характеристик приміщення та оцінки розбірливості мовлення, а також методів корекції акустичних характеристик приміщення зробили такі іноземні та

вітчизняні вчені, як Хоутгаст Т., Стінкен Г., Кулард Дж., Белоу Г., Марино К., Бредлі Дж., Чеччі С., Банк Б., Патеро Т., Покровський Н.Б., Дідковський В.С., Гавриленко А.В. Проте аналіз праць, що стосуються аналізу та корекції акустичних характеристик приміщення, свідчить про існування низки відкритих або недостатньо досліджених питань.

Розробка нових та вдосконалення існуючих методів підвищення точності систем оцінювання та корекції акустичних характеристик приміщень в умовах негативної дії шуму та реверберації, відносно простих для практичної реалізації, є актуальною науково-технічною задачею, що має важливе прикладне значення.

Таким чином, актуальність дисертаційної роботи Дворника Олександра не викликає сумнівів.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Робота виконувалася на кафедрі акустичних та мультимедійних електронних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## **3. Наукова новизна отриманих результатів**

У дисертації представлено наступні наукові результати:

1. Вперше виконано порівняння точності оцінювання індексу розбірливості мовлення в умовах дії шуму та реверберації із використанням повного традиційного методу та повного формантно-модуляційного методу для широких діапазонів значень відношення сигнал-шум та тривалості тестових сигналів.

2. Вперше виконано порівняння швидкого та повного варіантів формантно-модуляційного методу оцінювання індексу розбірливості мовлення в умовах дії шуму та реверберації для широких діапазонів значень відношення сигнал-шум та тривалості тестових сигналів.

3. Вперше запропоновано багатокомпонентний тестовий сигнал та алгоритми його обробки, на основі яких виконано порівняння двох видів непрямого методу оцінки індексу передачі мовлення із прямим методом.

4. Уточнено попередні висновки про те, що формантний метод оцінювання індексу передачі мовлення є найбільш точним та швидким в умовах переважної дії шумової завади.

5. Уточнено умови використання апаратури непрофесійного рівня в апаратно-програмному комплексі «Штучна голова», призначеного для оцінки бінауральних імпульсних характеристик приміщення.

6. Вдосконалено та експериментально перевірено дієвість методу багатоканальної компресії сигналу, спотвореного реверберацією, в задачі послаблення нерівномірності амплітудно-частотної характеристики приміщення.

7. Показано можливість визначення часу реверберації та локалізації напрямків ранніх відбиттів звуку шляхом просторового акустичного сканування простору.

#### **4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи**

Практичне значення отриманих результатів полягає у встановленні принципової можливості використання повного та швидкого формантно-модуляційних методів оцінювання STI замість традиційного повного модуляційного методу; встановленні залежності точності формантного, повного модуляційного, повного формантно-модуляційного та швидкого формантно-модуляційного методів оцінювання STI від відношення сигнал-шум та від тривалості тестового сигналу; виконанні коректного порівняння, за точністю вимірювань, прямого та непрямого методів оцінки STI; встановленні принципової можливості використання, з метою акустичної експертизи приміщень, апаратури непрофесійного рівня в апаратно-програмному комплексі «Штучна голова»; встановленні працездатності системи корекції сигналу, спотвореного реверберацією, на основі методу багатоканальної компресії, що дозволяє послабити нерівномірність амплітудно-частотної характеристики приміщення.

Результати досліджень дозволяють створити апаратно-програмні комплекси, що за своєю вартістю є дешевшими за аналоги та дозволяють користувачу більш точно та якісно виконувати поставлені задачі, шляхом використання сучасних методів обробки сигналу та підвищення рівня автоматизації акустичної експертизи та корекції.

#### **5. Апробація/використання результатів дисертації**

Матеріали дисертаційних досліджень обговорювалися на міжнародних конференціях:

1. IEEE 7th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), 24-27 жовтня 2023, Київ, Україна.
2. IEEE 13th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT), 26-28 вересня 2023, Львів, Україна.
3. IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 22-24 квітня 2020, Київ, Україна.
4. XIV Міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених «ЕЛЕКТРОНІКА-2021» 21-22 квітня 2021, Київ, Україна.

#### **6. Дотримання принципів академічної доброчесності**

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Дворника О. О. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

#### **7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.**

За результатами досліджень опубліковано 12 наукових публікацій, у тому числі:

- 0 одноосібних монографій, 0 одноосібних розділів у колективних монографіях;
- 7 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, в т.ч. 6 статей, у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 0 статей у виданнях, віднесених до першого-третього кuartилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports, чи одноосібних монографій, що відповідають зазначеним вимогам;

- 0 патентів України на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу;
- 1 патент України на корисну модель;
- 4 тез виступів на наукових конференціях.

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Dvornyk, Oleksandr Oleksandrovych. 2023. "Real-Time Correction of the Frequency Response of a Public Address System". *Microsystems, Electronics and Acoustics* 28 (2). Kyiv, Ukraine:280467.1-67. <https://doi.org/10.20535/2523-4455.me.280467>.  
Здобувач особисто розробив алгоритм корекції частотної характеристики приміщення з використанням багатоканального компресору, особисто виконана організація та проведення експериментальних досліджень, обробка результатів.
2. Didkovska, Maryna & Dvornyk, Oleksandr & Motomiuk, Daria & Prodeus, Arkadiy. (2020). Artificial Software Complex "Artificial Head". Part 1. Adjusting the Frequency Response of the Path. *Microsystems Electronics and Acoustics*. 22. 56-64.  
Здобувач особисто приймав участь у проведенні вимірювань та експериментів, також виконав аналіз результатів експериментальних досліджень.
3. Prodeus, Arkadiy & Dvornyk, Oleksandr & Didkovska, Maryna & Motomiuk, Daria. (2020). Hardware and Software System "Artificial Head". Part 2. Evaluation of Speech Intelligibility in Classrooms. *Microsystems Electronics and Acoustics*. 22. 48-55.  
Здобувач особисто приймав участь у організації та проведенні експерименту двоканальної оцінки розбірливості мови, спотвореної реверберацією.
4. Kozeruk, Sergei, & Dvornyk Oleksandr. 2023. "Device for Operational Assessment of Acoustic Characteristics of Room". *Visnyk NTUU KPI Serii A - Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia*, no. 94 (December):24-31. <https://doi.org/10.20535/RADAP.2023.94.24-31>.  
Здобувач особисто розробив методику запису сигналів та організував проведення лабораторних та натурних експериментів, а також приймав активну участь в обробці результатів.
5. A. Prodeus, O. Dvornyk, A. Naida, M. Didkovska, O. Grebin. (2023). Multicomponent Signal for Comparing Direct and Indirect Methods of

Speech Transmission Index Measurement. *Electronics and Control Systems*. 1. 27-35. 10.18372/1990-5548.75.17546.

Здобувач особисто взяв участь у створенні багатокомпонентного сигналу для порівняння прямого та непрямого методів вимірювання індексу передачі мовлення

6. А. Продеус, А. Вітик, О. Дворник, І. Котвицький, О. Чайка, М. Ярошенко, Суб'єктивне оцінювання розбірливості мови на тлі шуму та реверберації. "Мікросистеми, електроніка та акустика", том 23, № 2, 2018, с. 66-73, ISSN 2523-4447, DOI: 10.20535/2523-4455.2018.23.2.128820

Здобувач особисто взяв участь суб'єктивному оцінюванні розбірливості мови на тлі шуму та реверберації.

7. A. Prodeus, K. Bukhta, P. Morozko, O. Serhienko, I. Kotvytskyi, O. Dvornyk, "Automated Subjective Assessment of Speech Intelligibility in Various Listening Modes," ISSN 2523-4447. *Microsystems, Electronics and Acoustics*, 2018, vol. 23, no. 3, pp.49-57. DOI: <https://doi.org/10.20535/2523-4455.2018.23.3.130367>

Здобувач особисто приймав участь у проведенні записів звукосполучень, а також обробці результатів дослідження

Патент на корисну модель:

8. А. М. Продеус, І. В. Котвицький, М. В. Дідковська, В. С. Дідковський, К. А. Кухарічева, Д. Є. Моторнюк, О. О. Дворник Спосіб виявлення кліпування мовного та музичного сигналів // Патент UA 144291 U, МПК G01R 23/20, опубл. 25.09.2020.

Здобувачем особисто виконано наступне: взято участь в оформленні патенту на корисну модель.

Матеріали конференцій:

9. Дворник, О. О. (2021). Розробка апаратно-програмного комплексу «Штучна голова» із використанням обладнання непрофесійного рівня. *Електронна та Акустична Інженерія*, 4(1), 228437–1. <https://doi.org/10.20535/2617-0965.eae.228437>
10. A. Prodeus, O. Dvornyk, A. Naida and M. Didkovska, "The Accuracy of Speech Transmission Index Estimation under Conditions of Joint Action of Noise and Reverberation," *2023 IEEE 13th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT)*, Lviv, Ukraine, 2023, pp. 257-260, doi: 10.1109/ELIT61488.2023.10310682.
11. Prodeus, Arkadiy & Dvornyk, Oleksandr & Naida, Anton & Didkovska, Maryna. (2023). "Comparison of Full Modulation and Formant-Modulation Methods of Speech Intelligibility Measurement," *2023 IEEE 7th International*

*Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)*, 147-150. 10.1109/MSNMC61017.2023.10329266.

- 12.A. Prodeus, M. Didkovska, D. Motomiuk and O. Dvornyk, "The Effects of Noise, Early and Late Reflections on Speech Intelligibility," *2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO)*, Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 488-492, doi: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088854.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Дворника О. О. "Методи та системи оцінки та корекції акустичних характеристик приміщень для публічних виступів", що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 – Електроніка за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського 17 – Електроніка та телекомунікації зі спеціальності 171 – Електроніка.

#### РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу "Методи та системи оцінки та корекції акустичних характеристик приміщень для публічних виступів", подану Дворником Олександром Олександровичом на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

- Доктор технічних наук, професор, Найда Сергій Анатолійович, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем;

Члени:

Рецензенти:

- Кандидат технічних наук, доцент, Попович Павло Васильович, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем;

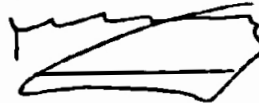
- Кандидат технічних наук, доцент, Дрозденко Катерина Сергіївна, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем;

Офіційні опоненти:

- Доктор технічних наук., професор, Можасв Олександр Олександрович, «Харківський національний університет внутрішніх справ» Міністерства освіти і науки України, професор кафедри кібербезпеки та ДАТА-технологій факультету №6;
- Доктор технічних наук, професор, Усик Вікторія Валеріївна, «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, професор кафедри мультимедійних та інтернет технологій і систем.

Головуючий на засіданні

д.т.н., професор, зав. кафедрою акустичних та мультимедійних електронних систем



Сергій НАЙДА

Вчений секретар

кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем



Наталія ФІЛПОВА