

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Денісова Ростислава Віталійовича

на тему «Система розпізнавання об'єктів і голосового сповіщення для людей з вадами зору на основі нейронних мереж та мікроконтролерів»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

за спеціальністю 171 «Електроніка»

### **Актуальність теми дисертації.**

Із розвитком технологій зростає потреба у пристроях, здатних працювати в умовах реального середовища з високим рівнем шумів, мінливим освітленням та великою кількістю об'єктів. Особливо це стосується пристроїв для незрячих користувачів, яким необхідно отримувати точну інформацію про навколишній простір у режимі реального часу. Сучасні виклики, пов'язані з урбанізацією та бойовими діями, ще більше ускладнюють орієнтування людей із вадами зору.

Ефективне рішення вимагає створення компактних систем зі здатністю до автономної роботи, низьким енергоспоживанням і високою адаптивністю до зовнішніх умов. Поєднання мікроконтролерів із нейронними мережами дає змогу реалізувати гнучку архітектуру, яку можна масштабувати залежно від складності задачі. Це дозволяє не лише досягти точного розпізнавання об'єктів, а й оптимізувати систему під різні сценарії використання: від щоденної навігації до спеціалізованих завдань, зокрема в умовах евакуації або мінної безпеки.

Таким чином, дослідження спрямоване на вирішення прикладної задачі із значущими наслідками для соціальної інтеграції та технологічного прогресу.

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

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше запропоновано комбіновану адаптивну систему для людей з вадами зору та повною сліпотою, яка відрізняється від існуючих рішень поєднанням розпізнавання об'єктів за допомогою нейронних мереж MobileNet на мікроконтролері та формуванням повідомлення про розпізнаний об'єкт за допомогою генеративної моделі мовлення, з урахуванням особливостей української мови та мовлення, а також швидкості реакції людини на голосову інформацію.

- вперше запропоновано метод попередньої обробки тренувальних даних, який полягає у видаленні надлишкової інформації з зображень та змішуванні необроблених та оброблених тренувальних даних для підвищення точності розпізнавання категорій об'єктів "door", "trees", "traffic lights", "crosswalk", "windows".

- вперше визначено умову застосування методу попередньої обробки для різних категорій об'єктів розпізнавання, яка полягає у порівнянні площі надлишкової інформації з корисною інформацією в межах кадру.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі Акустичних та мультимедійних електричних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках держбюджетної НДР № 2704-п “Генезис мінно-вибухових травм і розробка мобільного електроакустичного апарату для діагностики і лікування ушкоджень слуху військовослужбовців” під керівництвом доцента кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем, к.т.н. Поповича Павла Васильовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання з удосконалення систем розпізнавання об'єктів для людей з вадами зору та повною сліпотою шляхом застосування нейронних мереж та систем на мікроконтролерах, та введення голосового сповіщення, а також розрахунок технічних параметрів окремих елементів системи та підбір компонентів на їх основі 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 Денісова Р.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Електроніка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям розробки систем розпізнавання об'єктів та голосового сповіщення на базі нейронних мереж та систем на мікроконтролерах для людей з вадами зору та повною сліпотою.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Денісова Ростислава Віталійовича 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.

Робота вирізняється доступністю викладення основних положень, стиль мовлення є науковим з використанням стандартної термінології, яка прийнята в галузі електроніки та мікропроцесорної техніки.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури. Робота містить 81 рисунок та 2 таблиці. Загальний обсяг дисертації складає 139 сторінок.

У вступі сформульовано актуальність роботи, її мета та завдання. Визначено об'єкт і предмет дослідження. Наведено положення наукової новизни і практична значимість одержаних результатів роботи.

У першому розділі виконано огляд різних методів та алгоритмів які використовуються у процесі розпізнавання зображення та розпізнавання

об'єктів на зображеннях. Розглянуто архітектури сучасних нейронних мереж, а також доступні на ринку пристрої які призначені для людей з вадами зору.

У другому розділі представлено результати аналізу доступних нейронних мереж, платформ для навчання та експортування нейронних мереж, синтезаторів мови та мікроконтролерів які можна було б використати для створення різних комплектацій системи складових системи розпізнавання об'єктів з подальшим голосовим виводом інформації для людей з вадами зору.

У третьому розділі виконано оцінку часу необхідного на один цикл процесу розпізнавання-оголошення інформації враховуючі швидкість реакції людини на голосову інформацію, та швидкість проходження різних етапів самого процесу. Встановлено час, необхідний на оголошення слів та їх комбінацій різної довжини з врахуванням особливостей Української мови та мовлення.

У четвертому розділі проведено практичні дослідження точності та швидкості розпізнавання 5 обраних категорій об'єктів, а саме "windows", "doors", "trees", "traffic light", "crosswalk" на обраних раніше нейронних мережах. Проведено практичні дослідження для необроблених та змішаних тренувальних даних. Також встановлено мінімальний та максимальний час необхідних на проходження повного циклу розпізнавання-оголошення результатів з урахуванням особливостей Української мови та швидкості реакції людиною на слухову інформацію.

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 3 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 1 науковій фаховій конференції.

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

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

1. Загальну схему системи описану у третьому розділі було б доцільно деталізувати та розширити.

2. У пункті 3.5 третього розділу доцільно було б підібрати мінімум по два альтернативних варіанти для деяких компонентів, адже не завжди один обраний варіант може бути доступний для придбання та використання.

3. У четвертому розділі доцільно було б розширити кількість категорій об'єктів для подальшого практичного застосування.

4. У четвертому розділі не було отримано приросту точності розпізнавання для категорії «Windows».

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 Денісова Ростислава Віталійовича на тему «Система розпізнавання об'єктів і голосового сповіщення для людей з вадами зору на основі нейронних мереж та мікроконтролерів» 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 «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 Денісов Ростислав Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 171 «Електроніка».

**Офіційний опонент:**

Доцент кафедри комп'ютерних  
інформаційних технологій,  
ДНП «Державний університет  
«Київський авіаційний інститут»

к.т.н. доцент



Мирослав РЯБИЙ

М.П.

«05» червня 2025 року



*Людмила Лебедюк*  
*Вікторія секретар КАІ*  
*Вікторія Іванівна*