

## **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.**

У період стрімкого розвитку цифрових технологій особливої уваги потребує питання їхнього використання для реабілітації та підтримки осіб із порушеннями зору або повною сліпотою. Сучасні дослідження підтверджують необхідність створення доступних технічних рішень, що забезпечують орієнтацію в просторі без застосування зору. Зокрема, в умовах війни в Україні кількість людей, які втратили зір унаслідок бойових дій, мінно-вибухових травм і поранень, зростає. Це зумовлює нагальну потребу у впровадженні адаптивних систем, які допомагають таким особам зберігати самостійність і безпеку в повсякденному житті.

Інтеграція алгоритмів комп'ютерного зору на основі нейронних мереж із системами на основі мікроконтролерів дозволяє досягти високої точності розпізнавання об'єктів в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. Використання таких систем у вигляді автономних переносних пристроїв сприяє значному зменшенню затримок у передачі інформації, що критично важливо в динамічних середовищах.

Такий підхід відкриває нові перспективи для широкого практичного застосування в цивільній і військовій сферах реабілітації та покращенні повсякденного життя користувачів.

### **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 етапів процесу розпізнавання зображення, розглянуто різні методи та алгоритми, які застосовуються під час попередньої обробки зображень, виділення ознак, сегментації об'єктів та пост обробці. 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 складових системи розпізнавання об'єктів з подальшим голосовим виводом інформації для людей з вадами зору. Обрано оптимальні для зазначеної системи нейронні мережі, платформу для навчання та експортування нейронних мереж, також обрано синтезатор мови та декілька мікроконтролерів для створення різних комплектацій системи.

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. У першому розділі докладно розглянуто загальну структуру систем розпізнавання об'єктів, їхні складові компоненти та відповідні алгоритми. Водночас варто зазначити, що не всі з описаних елементів і методів активно застосовуються у сучасних системах реального часу. Тому обсяг інформації щодо менш актуальних рішень доцільно було б скоротити.

2. У другому розділі варто було зробити більш обґрунтовний вибір конкретних мікроконтролерів, з ретельним порівнянням альтернативних варіантів.

3. У підрозділі 3.3 третього розділу наведений розрахунок часу одного циклу процесу розпізнавання-оголошення інформації лише для варіанту з трьохслівною комбінацією. Було б корисно доповнити розрахунки для комбінацій із чотирьох та п'яти слів. Крім того, було б доцільно розглянути питання чіткості та розбірливості вимови згенерованих слів.

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:**

Професор кафедри мультимедійних  
та інтернет технологій і систем,

НТУ «Харківський політехнічний інститут»

к.т.н. професор

М.П.

Вікторія УСИК

20 25 року



Підпис *Вікторія Усик*  
ЗАСВІДЧУЮ:  
ВІСНІЙ СЕКРЕТАР  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
"ХА" " " 20 25 р.