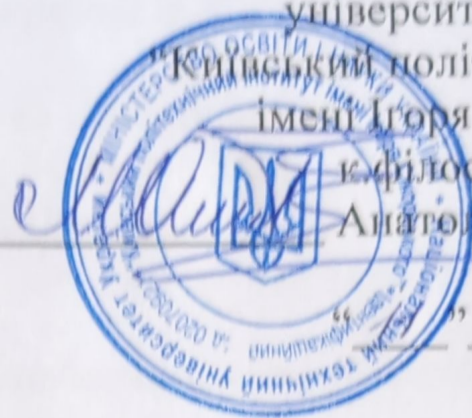


ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України

Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
к.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
березня 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 16 від 26 лютого 2024 р. розширеного засідання
кафедри мікроелектроніки
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри мікроелектроніки:

1. зав. кафедри мікроелектроніки, д. т. н., доцент, Татарчук Д. Д.;
2. професор, д. ф.-м. н., професор, Королюк Д. В.
3. професор, д. т. н., доцент, Мачулянський О. В.;
4. доцент, к. ф.-м. н., старший дослідник, Євтушенко А. І.;
5. доцент, к. т. н., доцент, Обухова Т. Ю.;
6. доцент, к. т. н., доцент, Коваль В. М.;
7. ст. викладач, к. т. н., Осінов С.М.;
8. ст. викладач, к. т. н., Лупина Б. І.;
9. ст. викладач, к. т. н., Воронько А.О.;
10. асистент, доктор філософії, Шевлякова Г.В.;
11. асистент, к.т.н., Королевич Л. М.;
12. асистент, доктор філософії, Малюта С.В.;
13. аспірант Бойкиня А.О.;
14. аспірант Гетманчук В.В.;
15. аспірант Крисенко П.І.;
16. аспірант Найдьонов А.О.;
17. аспірант Лапшуда В.А.;
18. аспірант Чипегін Д.В.;
19. аспірант Вербіцький Д.О.;
20. аспірант Ліневич Я. О.;
21. аспірант Новіков Д.О.;
22. аспірант Зозюк М.О.;

- з кафедри електронної інженерії
23. професор, д. т. н., професор, Тимофєєв В.І.;
 24. професор, д. т. н., доцент, Прокопенко Ю.В.;
 25. доцент, к. т. н., доцент, Казміренко В.А.;

- з кафедри електронних приладів та пристроїв:
26. професор, д. т. н., професор, Мельник І.В.;
 27. професор, д. т. н., професор, Писаренко Л.Д.;

Запрошені з інших організацій:

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України:

28. провідний науковий співробітник, д. т. н., доцент, Терентьєв О.М.

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова:

29. зав. відділу автоматизації програмування №145, д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, Тульчинський В. Г.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри мікроелектроніки

Крисенка Павла Ігоровича за матеріалами дисертаційної роботи “Збагачення даних для прогнозування властивостей метаматеріалів”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 -автоматизація та приладобудування за спеціальністю 153 – Мікро- та наносистемна техніка. Освітньо-наукова програма «Мікро- та наносистемна техніка».

Тему дисертаційної роботи “Збагачення даних для прогнозування властивостей метаматеріалів” затверджено на засіданні Вченої ради факультету електроніки (протокол № 10/2021 від “26” жовтня 2020 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради факультету електроніки (протокол № 09/2023 від “18” вересня 2023 року)

Науковим керівником затверджений д.ф.-м.н., професор, Королюк Д. В..

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

- зав. кафедри мікроелектроніки, д. т. н., доцент, Татарчук Д. Д.;
- професор, д. т. н., доцент, Мачулянський О. В.;
- професор, д. т. н., професор, Мельник І.В.;
- професор, д. т. н., доцент, Прокопенко Ю.В.;
- доцент, к. т. н., доцент, Казміренко В.А.;
- професор, д. т. н., професор, Тимофєєв В.І.;
- ст. викладач, к. т. н., Лупина Б. І.;
- аспірант Зозюк М.О.
- зав. відділу автоматизації програмування №145, д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, Тульчинський В. Г.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

- професор, д. т. н., доцент, Мачулянський О. В.;
- зав. кафедри мікроелектроніки, д. т. н., доцент, Татарчук Д. Д.
- професор, д. т. н., доцент, Прокопенко Ю.В.;
- професор, д. т. н., професор, Мельник І.В.;
- професор, д. т. н., професор, Тимофєєв В.І.;

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність дисертаційного дослідження обумовлена відсутністю підходів до прогнозування властивостей метаматеріалів з використанням інформації про умови експериментальних досліджень та структури метаматеріалів. Необхідністю розширення умов збору даних для навчання штучної нейронної мережі. А також потребою вирішення оберненої задачі, а саме прогнозування структури метаматеріалу за заданими властивостями.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі мікроелектроніки.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- 1) Розроблено новий метод прогнозування властивостей метаматеріалів за допомогою штучного інтелекту, що відрізняється використанням архітектури, яка побудована на основі тривимірних згорткових операцій для обробки об'ємного представлення структурної інформації метаматеріалу та властивостей електромагнітного випромінення, завдяки чому стало можливе тренування нейронної мережі на складних структурах матеріалів в нанометровому діапазоні та різних властивостях електромагнітного випромінення, що знаходиться у терагерцовому діапазоні.

- 2) Розроблено новий метод збільшення кількості даних для навчання штучної нейронної мережі для прогнозування властивостей метаматеріалів, особливістю якого є використання інформації о властивостях зовнішнього впливу на метаматеріал методом контекстного вектору, що дозволило використати усю доступну експериментальну інформацію з досліджень збільшивши кількість даних з 6-ти пар структура-властивість до 28 пар структура-властивість для навчання, з одних і тих самих джерел даних, а також зменшити середньоквадратичну похибку прогнозування з 0.051 до 0.025.
- 3) Показано, що розроблений метод збільшення кількості даних для навчання, особливістю якого є можливість використання усієї інформації з відкритих досліджень, відкриває шляхи до вирішення оберненої задачі по проектуванні структури метаматеріалу за потрібними властивостями
- 4) Запропоновано шляхи вирішення оберненої задачі, що відрізняються використанням розробленого методу збільшення кількості даних для навчання та адаптацією сучасних підходів до генерації інформації за потрібних умов.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Доведено, що існує можливість визначати та вивчати структурні залежності метаматеріалів використовуючи операцію тривимірної згортки. Блоки такої згортки можуть бути базовими для наступних ітерацій навчання штучної нейронної мережі при збільшеній кількості даних. Таким чином існує можливість аналізувати метаматеріали з абсолютно різною просторовою структурою метаматеріалів. Введення додаткових умов розширило межі використання такої штучної нейронної мережі, та додало гнучкість у процес підготовки, так як використання контекстного вектора для закріплення умов експериментальних досліджень не потребує навчання додаткових моделей під кожні умови. Запропоновано вирішення оберненої задачі за допомогою згорткової штучної нейронної мережі, а також використанні уніфікованих даних для навчання методом кодування параметрів опромінення у штучну нейронну мережу.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Результати отримані в ході роботи над дисертацією були представлені на 1 наукових і науково-практичних конференціях і семінарах:

- 1) IX Міжнародна наукова конференція імені І. І. Ляшка «Обчислювальна та прикладна математика», присвячена 100-річчю академіка Івана Івановича Ляшка, 10.10.2022.

Отримані в роботі результати були використані для побудови архітектури нейронної мережі, яка б мала здатність прогнозувати властивості метаматеріалів на основі інформації про її структуру, склад та умови експерименту.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Крисенка Павла Ігоровича 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 4 наукових публікацій, у тому числі:

- 2 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, 153 – Мікро- та наносистемна техніка

в т.ч. 1 стаття у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 1 стаття у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus із зазначенням квартилю видання (якщо такий є);

- 1 теза на конференцію

[1] M. O. Zozyuk, D. V. Koroliouk, P. I. Krysenko, A. I. Yurikov and Y. I. Yakymenko, "Prediction of characteristics using a convolutional neural network based on experimental data on the structure and composition of metamaterials," *STATISTICS, OPTIMIZATION AND INFORMATION COMPUTING*, vol. 11, no. 3, pp. 777–787, Jun. 2023, doi:10.19139/soic-2310-5070-1707. *(Стаття у закордонному виданні, проіндексованому у базі даних Scopus та віднесеному до Q3).*

Особистий внесок здобувача: здобувачем відредактовано текст статті, розроблено та втілено алгоритм прогнозування коефіцієнту пропускання метаматеріалів на основі структури та складу метаматеріалів, проведено аналіз результатів прогнозування коефіцієнту пропускання метаматеріалів на основі структури та їх складу та проведено обговорення результатів із співавторами

[2] P. I. Krysenko, M. O. Zoziuk, O. I. Yurikov, D. V. Koroliuk and Yu. I. Yakymenko, "Chladni Figures Simulation on a Rectangular Plate," *Microsystems, Electronics and Acoustics*, vol. 26, no. 1, 2021, pp. 241698.1-241698.6, Dec. 2021. doi:10.20535/2523-4455.me.241698. *(Стаття у періодичному науковому фаховому виданні категорії Б).*

Особистий внесок здобувача: здобувачем відредактовано текст статті, підготовлено математичну модель для моделювання фігур хладні, підготовлений код для моделювання фігур Хладні та графіків залежності коефіцієнту зміщення від частоти для хвиль.

[3] P. I. Krysenko, M. O. Zoziuk "Using Information about Experimental Conditions to Predict Properties of Metamaterials," *Microsystems, Electronics and Acoustics*, vol. 28, no. 3, 2023, pp. 287808.1-287808.7, Dec. 2023. doi: 10.20535/2523-4455.me.287808. *(Стаття у періодичному науковому фаховому виданні категорії Б).*

[4] Використання нейронних мереж для прогнозування властивостей метаматеріалів,” IX Міжнародна наукова конференція імені І. І. Ляшка «Обчислювальна та прикладна математика», Київ, Україна, 2022.

Особистий внесок здобувача: здобувачем відредактовано текст статті, розроблено та втілено алгоритм прогнозування коефіцієнту пропускання метаматеріалів на основі структури та складу метаматеріалів, проведено аналіз результатів прогнозування коефіцієнту пропускання метаматеріалів на основі структури та їх складу та проведено обговорення результатів із співавторами

Якість та кількість публікацій відповідають “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”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Крисенка Павла Ігоровича “Збагачення даних для прогнозування властивостей метаматеріалів”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 153 – Мікро- та наносистемна техніка 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 «Мікро- та наносистемна техніка» зі спеціальності 153 – Мікро- та наносистемна техніка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Збагачення даних для прогнозування властивостей метаматеріалів”, подану Крисенком Павлом Ігоровичем 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, доцент, завідувач кафедри мікроелектроніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Татарчук Дмитро Дмитрович;**

Члени:

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мікроелектроніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Діденко Юрій Вікторович;**

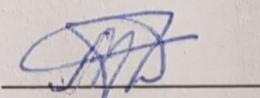
доктор технічних наук, професор, професор кафедри мікроелектроніки
Національного технічного університету України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського, **Мачулянський Олександр Вікторович**;

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник
Інститута телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України, **Терентьєв Олександр Миколайович**;

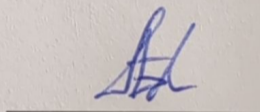
доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник,
завідувач відділу автоматизації програмування №145 Інституту кібернетики
імені В. М. Глушкова, **Тульчинський Вадим Григорович**.

Головуючий на засіданні
д.т.н., доцент,
зав. каф. мікроелектроніки



Дмитро ТАТАРЧУК

Вчений секретар
кафедри мікроелектроніки
к.т.н., ст. викладач



Борис ЛУПИНА