

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне
та практичне значення результатів дисертації

Жукова Олександра Олексійовича
на тему: «Нейромережеві моделі ідентифікації стану бджолоїної сім'ї»
що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Дисертація Жукова Олександра Олексійовича «Нейромережеві моделі ідентифікації стану бджолоїної сім'ї» що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, виконана на кафедрі програмної інженерії математичного факультету Запорізького національного університету. Тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Запорізького національного університету (протокол № 3 від 21 березня 2024 року)

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність теми дисертаційного дослідження обумовлена необхідністю розвитку нейромережевих моделей розпізнавання станів складних біологічних систем. Особливістю таких моделей розпізнавання є здатність до комп'ютерного слуху та зору та класифікації часових рядів. Процес підготовки даних для таких моделей залежить від конкретної біологічної системи. Зокрема, в галузі точного бджільництва можна виділити методи обробки зображень, фільтрації даних, трансферного навчання, тощо. Прикладом складної біологічної системи є бджолиний вулик, для якого виникає практична необхідність розробки нейромережевих моделей, що зможуть аналізувати дані змішаного формату без необхідності прямого втручання бджоляра.

2. Наукова новизна, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в наступних положеннях:

- *вперше* запропоновано використання адаптивного підходу на основі доменної адаптації для аудіосигналів вулика, що дозволило досягти прийнятної точності при донавчанні на значно меншій кількості даних з перспективою підвищення узагальнювальної здатності моделей;
- *вперше* запропоновано використання методу попередньої обробки даних часових рядів шляхом використання відносних значень даних із сенсорів, розміщених у вулику;

– *вперше* реалізовано моделі нейронних мереж ідентифікації подій та станів на основі часових рядів, що забезпечили високу точність визначення як короткочасних, так і тривалих станів.

– *отримали подальшого розвитку* використання методів нормалізації зображень для підвищення стабільності результатів ідентифікації об'єктів.

– *отримали подальшого розвитку* моделі нейронних мереж класифікації стану бджіл на зображенні, що забезпечують високу точність та компактний розмір моделі.

Теоретичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у розвитку моделей нейронних мереж, спрямованих на класифікацію станів бджіл на зображенні.

Практичне значення результатів дисертації полягає у створенні технологічної основи для розробки автоматизованих систем моніторингу бджолиних вуликів, які можуть функціонувати в умовах обмежених обчислювальних ресурсів та забезпечувати неінвазивний контроль стану бджолиних сімей. Розроблено експериментальну систему моніторингу, що підтвердила ефективність запропонованих підходів. Розроблений метод попередньої обробки даних дозволяє створювати узагальнені моделі ідентифікації стану вулика.

3. Публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, та повнота опублікування

1. Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання часових рядів та нейронних мереж LSTM для ідентифікації станів вулика. *Системні технології*. 2025. Vol. 3, No. 158. P. 128–139. DOI: 10.34185/1562-9945-3-158-2025-13.

2. Zhukov O.O., Horbenko V.I. OPTIMIZING OBJECT DETECTION PERFORMANCE THROUGH IMAGE ENHANCEMENT FOR BEE IMAGES. *Computer Science and Applied Mathematics*. 2025. No. 1. P. 111–118. DOI: 10.26661/2786-6254-2025-1-13.

3. Жуков О.О., Горбенко В.І. Адаптивний підхід до визначення стану вулика за допомогою нейронних мереж та аналізу аудіо. *Системні технології*. 2024. Vol. 4, No. 153. P. 3–12. DOI: 10.34185/1562-9945-4-153-2024-01.

4. Zhukov O., Horbenko V. A Comparative Study of Deep Convolutional Neural Network Architectures to Identify Full Bee Body in Images. *2023 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT)*. Zilina, Slovakia: IEEE, 2023. P. 21–24. DOI: 10.1109/IDT59031.2023.10194440.

5. Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання архітектур глибоких згорткових нейронних мереж та Tensorflow у задачі визначення бджіл на зображенні. *Системні технології*. 2023. Vol. 2, No. 145. P. 53–65.

6. Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання нейромережевих моделей та хмарного сервісу Azure для ідентифікації елементів складних біологічних систем. *V Всеукраїнська науково-практична конференція Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2020)*. Дніпро, 2020. Р. 48–50.

7. Жуков О.О., Горбенко В.І. Методики визначення елементів складної біологічної системи за допомогою нейромережевих моделей хмарного сервісу Azure. *Актуальні проблеми математики та інформатики: збірка тез доповідей Дванадцятій Всеукраїнської, дев'ятнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників*. Запоріжжя: Видавничий дім "Гельветика," 2021. Р. 22–23.

8. Жуков О.О., Горбенко В.І. Застосування IoT Технологій до контролю стану бджолої сім'ї. *Актуальні проблеми математики та інформатики: Збірка тез доповідей Тринадцятій Всеукраїнської, двадцятій регіональної наукової конференції молодих дослідників*. Запоріжжя: ЗНУ, 2022. Р. 15–16.

9. Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання алгоритмів вирівнювання гістограм чорно-білих зображень для оптимізації ідентифікації бджіл. *Актуальні проблеми математики та інформатики: Збірка тез доповідей Чотирнадцятій Всеукраїнської, двадцять першої регіональної наукової конференції молодих дослідників*. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. Р. 34–35.

10. Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання архітектур глибоких нейронних мереж та Tensorflow у задачі визначення бджіл на зображенні. *Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні*. 2023. Р. 359–361. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.095.

11. Жуков О.О., Горбенко В.І. Адаптивний підхід до визначення стану вулика за допомогою нейронних мереж та аналізу аудіо. *Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні*. 2024. Р. 125–128 DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.021.

12. Жуков О.О., Горбенко В.І. Використання часових рядів та нейронних мереж LSTM для ідентифікації станів вулика. *Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні*. 2025. Р. 551–553. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2025.01.098.

13. Жуков О.О., Горбенко В.І. Ідентифікація стану вулика за допомогою LSTM мереж та аналізу часових рядів. *Вісімнадцята Всеукраїнська науково-практична Web конференція аспірантів, студентів та молодих вчених комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі*. 2024. Р. 244–246.

Особистий внесок здобувача полягає у наступному: застосування методів обробки даних, розробка архітектур нейронних мереж та навчання моделей.

Повнота опублікування результатів дисертації засвідчується таблицею 1.

Таблиця 1 – Повнота опублікування результатів дисертації

№	Наукова публікація здобувача		Підрозділи дисертації, що висвітлюються
	Назва	Видання	
Наукові фахові видання України			
1.	Використання архітектур глибоких згорткових нейронних мереж та Tensorflow у задачі визначення бджіл на зображенні	Системні технології. 2023. Vol. 2, No. 145. P. 53–65.	2.1, 2.2
2.	Optimizing Object Detection Performance through Image Enhancement for Bee Images	Computer Science and Applied Mathematics. 2025. No. 1. P. 111–118.	2.1 2.3
3.	Адаптивний підхід до визначення стану вулика за допомогою нейронних мереж та аналізу аудіо	Системні технології. 2024. Vol. 4, No. 153. P. 3–12.	3.1, 3.2, 3.3
4.	Використання часових рядів та нейронних мереж LSTM для ідентифікації станів вулика	Системні технології. 2025. Vol. 3, No. 158. P. 128–139.	4.1, 4.2, 4.3
Конференції інших держав			
5.	A Comparative Study of Deep Convolutional Neural Network Architectures to Identify Full Bee Body in Images	2023 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT). Zilina, Slovakia: IEEE, 2023. P. 21–24. (Scopus)	2.1 2.2
Фахові конференції України			
6.	Використання нейромережевих Моделей Та Хмарного Сервісу Azure Для Ідентифікації Елементів Складних Біологічних Систем	V Всеукраїнська науково-практична конференція Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2020). Дніпро, 2020. P. 48–50.	2.1 2.2
7.	Методики визначення елементів складної біологічної системи за допомогою нейромережевих	Актуальні проблеми математики та інформатики: збірка тез доповідей Дванадцятої	2.1

	моделей хмарного сервісу Azure.	Всеукраїнської, дев'ятнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. Запоріжжя: Видавничий дім "Гельветика," 2021. Р. 22–23.	
8.	Застосування ІоТ Технологій до контролю стану бджолоїної сім'ї.	Актуальні проблеми математики та інформатики: Збірка тез доповідей Тринадцятої Всеукраїнської, двадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. Запоріжжя: ЗНУ, 2022. Р. 15–16.	4.1 4.3
9.	Використання алгоритмів вирівнювання гістограм чорно-білих зображень для оптимізації ідентифікації бджіл.	Актуальні проблеми математики та інформатики: Збірка тез доповідей Чотирнадцятої Всеукраїнської, двадцять першої регіональної наукової конференції молодих дослідників. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. Р. 34–35.	2.1 2.3
10.	Використання архітектур глибоких нейронних мереж та Tensorflow у задачі визначення бджіл на зображенні.	Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. 2023. Р. 359–361. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.095.	2.1 2.2
11.	Адаптивний підхід до визначення стану вулика за допомогою нейронних мереж та аналізу аудіо	Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. 2024. Р. 125-128 DOI:	3.1 3.2 3.3

		10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.021.	
12.	Використання часових рядів та нейронних мереж LSTM для ідентифікації станів вулика	<i>Міжнародна науково-технічна конференція Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. 2025. Р. 551–553. DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2025.01.098.</i>	4.1 4.2
13.	Ідентифікація стану вулика за допомогою LSTM мереж та аналізу часових рядів.	<i>Вісімнадцята Всеукраїнська науково-практична Web конференція аспірантів, студентів та молодих вчених комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі. 2024. Р. 244-246.</i>	4.1 4.2

4. Відповідність вимогам щодо оформлення дисертації

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, що виконувалася здобувачем особисто. У дисертації наведено нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачкою досліджень. Це підтверджується публікаціями, які розкривають основний зміст роботи.

Дисертація написана грамотною українською мовою. Стиль подачі матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі та характеризується послідовністю, точністю та повнотою.

Дисертацію оформлено у відповідності до вимог Міністерства освіти і науки України (Наказ № 40 від 12.01.2017 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки №759 від 31.05.2019).

За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю, теоретичною і практичною цінністю отриманих наукових результатів дисертаційна робота відповідає вимогам, передбаченим п. 6 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 зі змінами, внесеними Постановою Кабінету Міністрів № 507 від 03.05.2024).

ВИСНОВОК

Ознайомившись із представленою дисертацією Жукова Олександра Олексійовича «Нейромережеві моделі ідентифікації стану бджолоїної сім'ї» та науковими публікаціями, в яких висвітлені основні наукові результати дослідження, вважаємо, що:

1. Дисертація Жукова Олександра Олексійовича «Нейромережеві моделі ідентифікації стану бджолоїної сім'ї» є актуальним науковим дослідженням, характеризується єдністю змісту, містить наукові результати, яким властива наукова новизна, теоретичне та практичне значення.

2. Дисертація Жукова Олександра Олексійовича «Нейромережеві моделі ідентифікації стану бджолоїної сім'ї» може бути рекомендована до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки у разовій спеціалізованій вченій раді.

Рецензент:

Завідувач кафедри програмної інженерії
Запорізького національного університету,
канд. фіз.-мат. наук, доцент

« 25 » 06 2025 р.



Андрій ЛІСНЯК

Рецензент:

Професор кафедри програмної інженерії
Запорізького національного університету,
канд. фіз.-мат. наук, доцент

« 25 » 06 2025 р.



Олексій КУДІН