

ЗАТВЕРДЖУЮ

президент Національного університету
«Київський авіаційний інститут»



Ксенія СЕМЕНОВА

» травня 2026 року

ВИСНОВОК

Національного університету «Київський авіаційний інститут» (далі – КАІ) про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Козачука Олександра Олександровича на тему «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Витяг

із протоколу № 5 розширеного засідання
кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ
від 27 травня 2026 року

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри комп'ютерних інформаційних технологій:

Головуючий на засіданні – Савченко Аліна Станіславівна, д.т.н, проф., завідувач кафедри;

Віноградов Микола Анатолійович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Воронін Альбер Миколайович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Гнатюк Сергій Олександрович, д.т.н., проф., професор кафедри;

Райчев Ігор Едуардович, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Климова Асія Сабирівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Чуба Ірина Вікторівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Колісник Олена Василівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Зудов Олег Миколайович, к.т.н., доцент кафедри;

Прокопенко Костянтин Ігорович, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Толстікова Олена Володимирівна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Сидоренко Вікторія Миколаївна, к.т.н., доц., доцент кафедри;

Положенцев Артем Анатолійович, PhD, доцент кафедри.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники КАІ:

Нечипорук Олена Петрівна, д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем;

Кучеров Дмитро Павлович, д.т.н., проф., професор кафедри інтелектуальних кібернетичних систем;

Приставка Пилип Олександрович, д.т.н., проф., головний науковий співробітник;

Охріменко Тетяна Олександрівна, к.т.н., ст. дослідник, заступник декана Факультету комп'ютерних наук та технологій;

Фесенко Андрій Олексійович, к.т.н., доцент, декан Факультету комп'ютерних наук та технологій;

Молчанов Андрій Олександрович, к.т.н., заступник декана Факультету комп'ютерних наук та технологій;

Рябий Мирослав Олександрович, к.т.н., доц., старший науковий співробітник Науково-дослідної частини.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники з інших навчальних закладів:

Юрчук Ірина Аркадіївна, к.ф.-м.н., доц., доцент кафедри програмних систем і технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження здобувача поза аспірантурою кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ Козачука Олександра Олександровича на тему «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Науковий керівник – д.т.н., професор, Приставка Пилип Олександрович.

Дисертація виконувалась на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради Факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії (протокол №9 від 28 листопада 2022 року).

Виступили:

Здобувач Козачук Олександр Олександрович представив результати свого дисертаційного дослідження на тему «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером», обґрунтувавши актуальність обраної теми, мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, а також виклав основні наукові положення, результати експериментальної перевірки, наукову новизну та практичну значущість роботи. Здобувач також зазначив про апробацію, публікації та впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота присвячена розробленню інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером. Робота спрямована на розв'язання задачі абсолютної візуальної локалізації безпілотного літального апарата за

оптичним каналом шляхом зіставлення бортових аерознімків із геоприв'язаними супутниковими сценами.

Актуальність дослідження зумовлена потребою підвищення автономності, завадостійкості та живучості безпілотних літальних апаратів в умовах втрати або пригнічення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем. Особливого значення набувають інформаційні технології, які дають змогу зменшити залежність БПЛА від зовнішніх радіочастотних каналів, забезпечити локалізацію за оптичним каналом та підвищити стійкість системи до навігаційних і інформаційних перешкод.

У роботі обґрунтовано науково-прикладну проблему, що полягає у суперечності між практичною потребою у швидкій і високоточній абсолютній локалізації БПЛА та обмеженістю наявних методів, які недостатньо враховують доменний зсув між аерознімками і супутниковими сценами, зміну масштабу, ракурсу зйомки, наявність малоінформативних і повторюваних кадрів, а також обмеження бортових обчислювальних ресурсів.

Метою дисертаційної роботи є розроблення інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером, що включає методи моделювання, фільтрації, геометричного узгодження та розпізнавання даних аерозйомки для забезпечення абсолютної локалізації безпілотного літального апарата за оптичним каналом.

У межах дослідження здобувачем сформовано підхід до побудови геоприв'язаних навчальних, валідаційних і тестових наборів даних. Під час формування наборів враховано траєкторію польоту, параметри камери, просторове розділення вибірок, геоприв'язку зображень та добір складних негативних прикладів. У результаті сформовано набір обсягом понад 413 000 коректних відповідностей, а після фільтрації отримано 263 701 репрезентативний приклад.

У дисертаційній роботі здобувачем запропоновано комплекс рішень, спрямованих на підготовку, фільтрацію, моделювання та розпізнавання даних аерозйомки і супутникових сцен. Окрему увагу приділено підвищенню якості навчальних наборів шляхом вилучення малоінформативних і повторюваних зображень, а також формуванню нейромережевої моделі для зіставлення бортових кадрів із відповідними супутниковими фрагментами. Розроблена технологія передбачає попередню підготовку даних і формування бази ознак, після чого виконується оперативне порівняння поточного аерознімка з елементами цієї бази. Для забезпечення ефективного пошуку використано векторне подання зображень і відповідну організацію бази представлень. Також у роботі запропоновано підхід до геометричного узгодження супутникових сцен з умовами реальної бортової зйомки, зокрема шляхом формування тривимірного або наближеного до тривимірного представлення місцевості, що сприяє кращому зіставленню супутникових даних із польотними знімками.

Експериментальна перевірка підтвердила працездатність запропонованої інформаційної технології. Середня просторова похибка локалізації становила 4,45 метра для 85 % кадрів, а середній час оброблення одного запиту на бортовому комп'ютері NVIDIA Jetson Orin NX становив в середньому 0,064

секунди. Це підтверджує можливість застосування розробленої технології в умовах обмежених бортових обчислювальних ресурсів.

Наукова новизна роботи полягає у запропонуванні нейромережевої моделі двоетапного зіставлення аерознімків і супутникових сцен, методу видалення малоінформативних цифрових зображень на основі латентних ознак автоенкодера, а також цілісної інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки. Технологія поєднує офлайн і онлайн-оброблення, попереднє формування векторних представлень, просторово обмежений пошук, локальне геометричне уточнення та модуль тривимірного узгодження супутникових сцен.

Практичне значення одержаних результатів полягає в алгоритмізації та програмній реалізації методів формування наборів даних, видалення малоінформативних кадрів, геометричного узгодження супутникових сцен, формування глобальних і локальних ознак, добору складних негативних прикладів, векторного пошуку та локального уточнення результатів зіставлення. Розроблені модулі можуть використовуватися під час створення геоприв'язаних баз зображень місцевості, систем резервної навігації, систем візуальної прив'язки та інтелектуальних бортових підсистем БПЛА.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено в освітній процес кафедри прикладної математики Національного університету «Київський авіаційний інститут» під час викладання дисциплін, пов'язаних із супроводом підсистем цільового навантаження БПЛА, машинним навчанням, розпізнаванням образів і глибинним навчанням. Також результати впроваджено у виробничий процес компанії «Рейндорф» під час створення безпілотного літального апарата для виконання спеціальних місій в умовах дії воєнного стану.

Основні положення та результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на міжнародних конференціях і науково-практичних заходах. Основні результати опубліковано у 6 наукових працях, а додаткові результати відображено у 5 тезах доповідей. Окремі результати дослідження також відображено у патенті на корисну модель «Нейромережева 43-класова модель розпізнавання даних аерозйомки з камер безпілотних літальних апаратів».

Таким чином, здобувачем розроблено цілісну інформаційну технологію моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером, яка забезпечує підготовку геоприв'язаних даних, фільтрацію малоінформативних зображень, формування векторних ознак, пошук відповідностей між аерознімками і супутниковими сценами та геометричне уточнення результату. Отримані результати мають наукову новизну, практичну цінність і можуть бути використані для побудови резервних навігаційних систем БПЛА в умовах втрати або пригнічення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем.

Після закінчення презентації Козачука О.О. присутніми на захисті фахівцями були поставлені наступні запитання:

Запитання до здобувача:

1. **КУЧЕРОВ Д.П.**, д.т.н., проф., професор кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ.

Запитання: Поясніть, будь ласка, поетапно, як саме працює запропонована інформаційна технологія під час локалізації БПЛА.

Відповідь: Дякую за запитання. Практично робота системи поділена на два етапи. До польоту для району місії готуються супутникові фрагменти, для них заздалегідь обчислюються ознаки і формується векторна база з координатами та параметрами зйомки. Під час польоту система вже не перебирає всі зображення заново, а обробляє тільки поточний кадр з бортової камери. Для нього обчислюється дескриптор, у базі відбираються найближчі супутникові кандидати, після чого за потреби виконується локальне уточнення. У результаті система визначає найбільш імовірний супутниковий еталон і за його геоприв'язкою обчислює координати БПЛА.

2. САВЧЕНКО А.С., д.т.н., проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: Які практичні результати Ви отримали і як вони були перевірені.

Відповідь: Дякую за запитання. Основним практичним результатом є технологія резервної оптичної локалізації БПЛА у випадках, коли GNSS може бути недоступною або пригніченою. Її перевірено не тільки на тестових даних, а й у реальних польотах на фізичному стенді з бортовим комп'ютером Jetson Orin NX, камерою Raspberry Pi Global Shutter та RTK модулем для еталонних координат. У результаті отримано R@1 98,4 відсотка, середній час запиту 0,064 секунди, а в натурних польотах для приблизно 85 відсотків кадрів середня похибка була близько 4,5 метра.

Запитання: Який саме набір даних Ви сформували і чому його можна вважати достатнім для навчання моделі.

Відповідь: Дякую за запитання. Дані були отримані не з відкритого абстрактного набору, а під час власних польотів. Загалом виконано 62 польоти протяжністю 546 кілометрів на висотах 100, 150, 200 і 250 метрів. Після обробки сформовано понад 413 тисяч коректних пар, а після фільтрації залишено 263 701 репрезентативний приклад. Тобто модель навчалася на різних маршрутах, висотах, погодних умовах і типах місцевості, а не на кількох вибраних сценах.

3. НЕЧИПОРУК О.П., д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ.

Запитання: Що конкретно робить автоенкодер у Вашій роботі.

Відповідь: Дякую за запитання. Автоенкодер у роботі використано для оцінювання якості даних перед навчанням основної моделі. Він переводить кожне зображення у латентний вектор розмірності 256, після чого ці ознаки аналізуються через 32 головні компоненти. Якщо кадр має малу залишкову складову в цьому просторі, він вважається малоінформативним для навчання. За таким критерієм було вилучено 123 900 кадрів, тобто 30 відсотків найменш інформативних прикладів.

Запитання: Як Ви довели, що фільтрація не є випадковим відкиданням частини даних.

Відповідь: Дякую за запитання. Кадри вилучалися не випадково, а за двома формальними ознаками. Перша ознака визначала низьку

інформативність у латентному просторі автоенкодера, друга виявляла майже дублікати у відеопослідовності за малою міжкадровою зміною. За другим критерієм додатково вилучено 40 928 кадрів, або 9,91 відсотка вибірки. Після фільтрації середня косинусна відстань до 10 найближчих сусідів зросла з 0,023 до 0,029, тобто різноманітність даних збільшилася на 26,1 відсотка. Це і показує, що процедура покращує структуру вибірки, а не просто зменшує її обсяг.

4. СИДОРЕНКО В.М., к.т.н., доц., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ.

Запитання: Які параметри навчання моделі Ви використовували.

Відповідь: Дякую за запитання. Модель навчалася на зображеннях 224 на 224 пікселі. Як базовий енкодер використано попередньо навчену DINOv2, а навчалися адаптаційні модулі. Оптимізація виконувалася методом Adam з коефіцієнтом навчання 10^{-5} . У триплетній функції втрат параметр відступу становив 0,1. Глобальний вектор ознак мав розмірність 384, а локальна карта ознак 61 на 61 на 128.

Запитання: Які саме результати отримано за метрикою повноти і з чим вони порівнювалися.

Відповідь: Дякую за запитання. Для запропонованого варіанта SelaVPR плюс отримано R@1 98,4 відсотка, R@5 99,5 відсотка, R@10 99,7 відсотка і R@20 99,9 відсотка. Для порівняння, базовий SelaVPR після навчання на моїх даних мав R@1 97,3 відсотка, а без такого навчання 90,1 відсотка. Інші методи показали нижчі значення: AnyLoc 88,0 відсотка, MixVPR 86,5 відсотка, SALAD 83,0 відсотка, NetVLAD 80,5 відсотка. Тобто основний виграш дала адаптація до конкретної пари даних аерознімка і супутникового фрагмента.

5. ОХРІМЕНКО Т.О., к.т.н., ст. дослідник, заступник декана ФКНТ.

Запитання: Які режими зйомки виявилися найскладнішими для Вашої системи?

Відповідь: Дякую за запитання. Найскладнішими виявилися малі висоти та горизонтальний напрямок камери. Якщо камера дивиться вниз, то на висоті 20 метрів R@1 становить 25 відсотків, але вже на 40 метрах зростає до 93 відсотків, а на 60 метрах до 97 відсотків. Для горизонтального ракурсу ситуація складніша: на 20 метрах R@1 становить 8 відсотків, на 40 метрах 25 відсотків, на 60 метрах 45 відсотків. Причина в тому, що звичайна двовимірна супутникова карта погано відповідає перспективному виду з борту.

Запитання: Що саме дає модуль оцінювання впевненості у двоетапній схемі.

Відповідь: Дякую за запитання. Його завдання не запускати локальне уточнення там, де глобальний пошук уже дає достатньо однозначний результат. Після першого етапу система має 10 найкращих кандидатів і їхні оцінки подібності. За цими оцінками модуль визначає, чи можна прийняти перший результат одразу. Якщо так, система економить час і не завантажує локальні ознаки. Якщо ні, виконується детальніше уточнення за локальними відповідниками. Це зменшує середній час обробки без відмови від точності у складних випадках.

6. МОЛЧАНОВ А.О., к.т.н., заступник декана Факультету комп'ютерних наук та технологій

Запитання: Опишіть, будь ласка, експериментальний стенд не загально, а за складом обладнання.

Відповідь: Дякую за запитання. Натурні експерименти проводилися на гексакоптері HEXA 600 зі злітною масою 4,8 кілограма. Як польотний контролер використано CUAV X7 плюс з ArduCopter 4.5.7. Обробка виконувалася на NVIDIA Jetson Orin NX 16GB, оптичні дані надходили з Raspberry Pi Global Shutter Camera з об'єктивом 6 міліметрів, а еталонна траєкторія формувалася за допомогою HolyBro RTK F9P. Телеметрія передавалася через MAVLink по UART зі швидкістю 115200 бод, частота телеметрії становила 10 герц.

7. ФЕСЕНКО А.О., к.т.н., доц., декан факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

Запитання: Що саме Ви називаєте аномаліями у результатах локалізації.

Відповідь: Дякую за запитання. Аномальними я вважав ті оцінки, які суттєво відхилялися від RTK траєкторії і не відповідали загальній геометрії польоту. У трьох польотах таких точок було близько 15 відсотків. Їхня середня похибка становила приблизно 30 метрів. Водночас основна частина результатів, тобто близько 85 відсотків кадрів, мала середню похибку близько 4,5 метра. Це означає, що система загалом працює стабільно, але для практичного застосування потрібен модуль контролю достовірності або відбракування таких викидів.

Запитання: Чи можна підключити запропонований підхід до вже наявної бортової архітектури БПЛА?

Відповідь: Дякую за запитання. Так, оскільки технологія реалізована модульно і не потребує зміни всієї апаратної архітектури. На практиці вона може працювати як окремий програмний модуль на бортовому комп'ютері.

Після відповідей на запитання виступили:

Науковий керівник – д.т.н., професор, Приставка Пилип Олександрович.

Приставка П.О.: Доброго дня, шановні колеги. Дякую всім за увагу до роботи Козачука Олександра Олександровича та за поставлені запитання.

Я знаю Олександра Олександровича ще з періоду його навчання і можу сказати, що до аспірантури він прийшов уже з хорошою математичною та програмною підготовкою. У 2021 році він закінчив Національний авіаційний університет за спеціальністю «Прикладна математика» і отримав диплом магістра з відзнакою. З жовтня 2022 року він навчається в аспірантурі за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» і за цей час виконав індивідуальний навчальний план та план наукової роботи.

Тема його дисертації пов'язана з розробленням інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером. На мою думку, ця тема є не тільки актуальною, а й дуже практичною. Сьогодні для безпілотних літальних апаратів важливо мати резервні способи навігації, особливо в умовах, коли

супутниковий сигнал може бути втрачений, пригнічений або спотворений. Саме тому задача локалізації БПЛА за оптичним каналом має очевидне значення.

У роботі Олександр не обмежився лише оглядом сучасних методів або навчанням окремої нейромережі. Він пройшов увесь шлях від постановки задачі до програмної реалізації та експериментальної перевірки. У дисертації сформульовано математичну модель локалізації БПЛА за оптичним каналом, розроблено підхід до формування датасету, запропоновано фільтрацію малоінформативних і повторюваних кадрів, реалізовано нейромережеве зіставлення з глобальними та локальними ознаками, а також побудовано векторну базу для швидкого пошуку супутникових ознак.

Окремо хочу відзначити, що значна частина роботи виконувалася не на умовних або демонстраційних даних. Здобувач працював із реальними польотними матеріалами, телеметрією, супутниковими фрагментами, бортовим обладнанням і програмними засобами обробки зображень. Це суттєво ускладнює дослідження, але водночас робить його результати значно переконливішими.

Олександр Олександрович також брав участь у виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт, пов'язаних із завадозахищеною навігацією безпілотних апаратів та розвідувально-пошуковою бортовою підсистемою для автономного БПЛА. Крім того, він є винахідником патенту на корисну модель «Нейромережева 43-класова модель розпізнавання даних аерозйомки з камер БПЛА», має публікації у фахових виданнях і матеріалах міжнародних конференцій.

Хочу також сказати кілька слів про його роботу на кафедрі. У 2023–2025 роках він працював асистентом кафедри прикладної математики, долучався до підготовки та оновлення навчальних матеріалів з дисциплін, пов'язаних із машинним навчанням, глибоким навчанням, мовою Python та підсистемами цільового навантаження БПЛА. До цієї роботи він ставився відповідально і намагався поєднувати власні наукові результати з освітнім процесом.

Як науковий керівник можу відзначити його самостійність, наполегливість і здатність працювати з реальними технічними задачами. У процесі виконання дисертації виникало багато практичних проблем, зокрема синхронізація відео і телеметрії, формування коректних супутникових еталонів, відбір якісних кадрів, оптимізація моделі для бортового комп'ютера та перевірка результатів у польотних умовах. Ці питання були здобувачем опрацьовані й доведені до завершеного результату.

Вважаю, що дисертаційна робота Козачука Олександра Олександровича є самостійним і завершеним науковим дослідженням. Отримані результати мають наукову новизну, практичне значення та підтверджені експериментально. Вони можуть бути використані в бортових і наземних інформаційних системах, зокрема в системах резервної навігації безпілотних літальних апаратів.

З огляду на викладене, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», а її автор, Козачук

Олександр Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії відповідно до Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Рецензенти дисертаційної роботи, які наголосили на позитивних аспектах дослідження та висловили свої побажання та зауваження:

Охріменко Т.О., к.т.н., ст. дослідник, заступник декана факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

Дисертаційна робота Козачука Олександра Олександровича «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером» присвячена актуальній науково-прикладній задачі, пов'язаній із підвищенням автономності безпілотних літальних апаратів шляхом використання оптичного каналу локалізації.

Робота справляє враження цілісного та добре вибудованого дослідження. У ній поєднано сучасні методи комп'ютерного зору, нейромережевого аналізу зображень та практичну перевірку отриманих результатів. Важливо, що здобувач розглядає не ізольовану задачу класифікації або пошуку зображень, а прикладну проблему визначення положення БПЛА за даними бортової камери.

Позитивним аспектом дисертації є її системність. У роботі простежується логічний перехід від постановки задачі та підготовки даних до побудови інформаційної технології, програмної реалізації і подальшої експериментальної перевірки. Окремо слід відзначити, що результати отримано не лише на модельних прикладах, а й із використанням реальних польотних даних, що підвищує практичну переконливість дослідження.

Запропонована технологія може бути корисною для бортових і наземних систем підтримки автономної навігації, особливо в умовах, коли супутникові навігаційні сигнали є нестабільними або недоступними. Позитивної оцінки також заслуговує використання процедур попередньої підготовки даних, векторного пошуку та нейромережевого зіставлення аерознімків із супутниковими сценами.

Вважаю, що дисертаційна робота Козачука Олександра Олександровича є завершеним науковим дослідженням, відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

РЯБИЙ М.О., к.т.н., доцент, старший науковий співробітник Науково-дослідної частини КАІ.

Дисертаційна робота Козачука Олександра Олександровича є актуальним прикладним дослідженням, безпосередньо пов'язаним із задачами авіоніки, бортових систем керування та автономної навігації безпілотних літальних апаратів.

Цінність роботи полягає в тому, що здобувач розглядає не абстрактну задачу розпізнавання зображень, а практичну задачу визначення положення реального БПЛА за даними бортової камери. Такий підхід є важливим, оскільки

сучасні безпілотні апарати мають зберігати працездатність навіть за умов, коли зовнішні навігаційні джерела є нестабільними або недоступними.

Позитивним аспектом роботи є врахування обмежень, характерних для реального борту. У дисертації передбачено попередню підготовку еталонних даних, зменшення обсягу обчислень під час польоту, використання компактних ознак і швидкий пошук відповідників. Це свідчить про практичну спрямованість дослідження та розуміння особливостей роботи з бортовим обладнанням.

Окремо слід відзначити експериментальну частину. Перевірка запропонованої технології на реальному апаратно-програмному стенді є важливою перевагою роботи, оскільки дозволяє оцінити не лише правильність алгоритмічних рішень, а й їх придатність до роботи з фізичним обладнанням, телеметрією, камерою та бортовими обчислювальними ресурсами.

До рекомендацій можна віднести доцільність подальшого дослідження роботи системи під час активних маневрів БПЛА, швидкої зміни положення камери та появи в кадрі тимчасових перешкод. Також перспективним є поєднання розробленої технології з іншими джерелами навігаційної інформації, що дозволило б підвищити загальну стійкість системи.

У підсумку вважаю, що дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, має наукову новизну, практичну спрямованість і відповідає вимогам до робіт на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

В обговоренні дисертаційного дослідження взяли участь:

НЕЧИПОРУК О.П., д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ відзначила актуальність тематики дисертації та її зв'язок із сучасними задачами автономності безпілотних систем. Було наголошено, що робота має прикладну спрямованість і водночас містить достатній науковий компонент, оскільки в ній поєднано методи глибинного навчання, метричного зіставлення, аналізу латентного простору та векторного пошуку. Окремо було відзначено, що побудова технології у вигляді офлайн та онлайн етапів є вдалою з точки зору практичного використання на борту БПЛА. Робота відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та всім вимогам до робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

КУЧЕРОВ Д.П., д.т.н., проф., професор кафедри інтелектуальних кібернетичних систем КАІ, у своєму виступі відзначив наукову новизну дисертаційної роботи та підкреслив, що здобувачеві вдалося поєднати сучасні підходи комп'ютерного зору з практичною задачею локалізації БПЛА. Було наголошено, що робота має не лише теоретичне, а й прикладне значення, оскільки запропоновані рішення орієнтовані на використання в реальних умовах бортової обробки даних. Окремо було відзначено продуманість підходу до підготовки даних, побудови моделі розпізнавання та перевірки отриманих результатів. Це свідчить про завершеність дослідження та його відповідність сучасним напрямкам розвитку інтелектуальних інформаційних систем. Роботу підтримує.

САВЧЕНКО А.С., д.т.н., проф., завідувачка кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ, підкреслила комплексність виконаного дослідження. Було відзначено, що робота охоплює всі ключові етапи створення інформаційної технології, від збору та підготовки даних до програмної реалізації, побудови векторної бази, експериментального стенда і натурної перевірки. Також було наголошено, що результати дисертації можуть бути корисними як для подальших наукових досліджень, так і для освітнього процесу під час підготовки фахівців зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Дисертаційна робота Олександра Козачука є завершеним науковим дослідженням, відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження відповідного ступеня

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Козачука Олександра Олександровича на тему «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження. Вибір теми дисертаційної роботи Козачука Олександра Олександровича зумовлений актуальною потребою підвищення автономності, завадостійкості та живучості безпілотних літальних апаратів, які мають виконувати розвідку, пошук, спостереження та навігаційне забезпечення в умовах втрати або пригнічення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем.

В умовах повномасштабної збройної агресії Російської Федерації проти України одним із критичних завдань сектору безпеки і оборони є створення таких інформаційних технологій і методів, які дають змогу здійснювати локалізацію БПЛА за оптичним каналом, зменшувати залежність від зовнішніх радіочастотних каналів і підвищувати стійкість системи до навігаційних та інформаційних перешкод.

Актуальність обраного напрямку також підтверджується його відповідністю чинним державним пріоритетам у сфері науки, інновацій та оборони. Зокрема, тематика дисертації узгоджується з пріоритетами розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, штучного інтелекту, робототехніки оборонного призначення, автоматичних систем розпізнавання цілей, інтегрованих систем інтелектуального управління безпілотними комплексами та перешкодозахищених навігаційних систем.

Науково-прикладна проблема, що розв'язується в роботі, полягає у суперечності між практичною потребою у швидкій і точній абсолютній локалізації БПЛА за оптичним каналом та обмеженістю наявних методів. Ці методи недостатньо враховують доменний зсув між аерознімками і супутниковими сценами, зміну масштабу та ракурсу зйомки, наявність

малоінформативних і повторюваних кадрів, а також обмеження бортових обчислювальних ресурсів.

Таким чином, вибір теми є обґрунтованим, оскільки дослідження спрямоване на створення цілісної інформаційної технології, що поєднує формування навчальних наборів, фільтрацію малоінформативних зображень, нейромережеве розпізнавання, побудову векторної бази представлень і забезпечення локалізації БПЛА за оптичним каналом в умовах втрати або пригнічення GNSS.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційне дослідження Козачука Олександра Олександровича виконано в Київському авіаційному інституті в межах наукового напрямку, пов'язаного з розробленням методів комп'ютерного зору, глибинного навчання, інтелектуальної обробки даних аерозйомки та інформаційних технологій для автономних роботизованих систем.

Основні результати дисертаційної роботи отримано під час виконання здобувачем як виконавцем держбюджетних науково-дослідних робіт:

– НДР 479 – ДБ24 «Розроблення багатокритеріальної завадозахищеної навігаційної системи для безпілотних апаратів», державний реєстраційний номер 0124U000291;

– НДР 528 – ДБ25 «Розвідувально-пошукова бортова підсистема для автономного безпілотного літального апарата», державний реєстраційний номер 0125U001589.

Тематика дисертації відповідає освітньо-науковій програмі за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології», а також узгоджується з науковими дослідженнями КАІ у сфері штучного інтелекту, комп'ютерного зору, бортових інформаційних систем та автономних безпілотних комплексів.

3. Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером, що включає нейромережеву модель та методи моделювання, фільтрації й розпізнавання даних аерозйомки для забезпечення абсолютної локалізації безпілотного літального апарата за оптичним каналом в умовах втрати або пригнічення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем, а також кількісне підтвердження працездатності запропонованих методів.

4. Об'єктом дослідження – процеси моделювання, формування, фільтрації, представлення та розпізнавання даних аерозйомки і супутникових зображень для абсолютної візуальної локалізації безпілотного літального апарата.

5. Предметом дослідження методи, моделі, алгоритми та програмні засоби нейромережевого формування ознак, видалення малоінформативних

цифрових зображень, побудови навчальних наборів типу «супутниковий знімок – аерознімок», побудови тривимірних представлень супутникових сцен і векторного пошуку в задачі абсолютної локалізації безпілотної літального апарата.

6. Методи дослідження. У роботі використано методи системного аналізу та порівняльного оцінювання; методи математичного моделювання, геометричних перетворень і проєктивної геометрії; методи статистичного аналізу даних, зокрема аналіз латентного простору, метод головних компонент, перевірку статистичних гіпотез; методи комп'ютерного зору, глибинного метричного навчання, автоенкодерного аналізу та монокулярної оцінки глибини; методи векторного пошуку найближчих сусідів; експериментальні методи дослідження з використанням натурних даних аерозйомки, супутникових еталонів і високоточних еталонних координат.

7. Наукова новизна дослідження:

вперше запропоновано:

- запропоновано нейромережеву модель двоетапного зіставлення аерознімків і супутникових сцен, побудовану на базі параметроефективно адаптованого енкодера DINOv2, модуля порогового оцінювання впевненості, модуля відбору опорних дескрипторів і локального уточнення за взаємними найближчими відповідниками, яка, на відміну від відомих підходів, забезпечує одночасне формування глобальних і локальних ознак за зменшених обчислювальних витрат і дає змогу досягати середнього часу оброблення одного запиту 0,064 секунди на бортовому комп'ютері NVIDIA Jetson Orin NX;

- запропоновано метод видалення малоінформативних цифрових зображень із навчальних наборів аерозйомки, який, на відміну від евристичних методів фільтрації за окремими фотометричними ознаками, ґрунтується на аналізі латентних ознак автоенкодера, проєкції в простір головних компонент і квантильному відборі, що забезпечує спрямоване вилучення 30 % найменш інформативних кадрів і підвищення різноманітності вибірки у просторі ознак на 26,1 %;

- розроблено інформаційну технологію моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером, призначену для абсолютної локалізації безпілотної літального апарата за оптичним каналом в умовах втрати або пригнічення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем, яка, на відміну від наявних рішень, реалізує двостадійне офлайн та онлайн-оброблення, попереднє формування і зберігання векторних представлень супутникових еталонів, просторово обмежений пошук, локальне геометричне уточнення та модуль тривимірного узгодження супутникових сцен, що забезпечило середню просторову похибку 4,45–4,57 метра для 85 % кадрів;

удосконалено:

- метод моделювання, формалізації та побудови навчальних, валідаційних і тестових наборів даних, який, на відміну від наявних підходів, враховує геоприв'язку аерознімка і супутникового фрагмента, траєкторію

польоту, параметри зйомки, просторове розділення підвбірок і добір складних негативних прикладів, що дало змогу сформувати набір обсягом понад 413 000 коректних відповідностей та отримати 263 701 репрезентативний приклад після фільтрації.

набули подальшого розвитку:

- методи зберігання та пошуку векторних представлень за рахунок розробки структури векторної бази, винесення локальних ознак у окреме сховище та використання пошуку найближчих сусідів з урахуванням просторових обмежень, що забезпечило придатність технології до бортового застосування в режимі, наближеному до реального часу;

- методи статистичного аналізу латентного простору автоенкодера для оцінювання інформативності кадрів, повторюваності послідовностей і ступеня відокремлення позитивних і негативних пар, що дало змогу кількісно обґрунтувати процедури підготовки даних для подальшого метричного навчання;

8. Теоретичне значення. Теоретичне значення дисертаційної роботи полягає у розвитку науково-методичних засад моделювання та розпізнавання даних аерозйомки для абсолютної локалізації безпілотного літального апарата за оптичним каналом. У роботі формалізовано задачу локалізації БПЛА як задачу зіставлення бортового зображення з геоприв'язаною базою супутникових сцен у спільному просторі векторних представлень.

Сформовано математичний опис простору станів БПЛА, просторів аерознімків і супутникових зображень, простору ознак, метрики похибки локалізації та критерію оптимальності. Це дало змогу теоретично обґрунтувати побудову інформаційної технології, у якій розпізнавання кадру аерозйомки розглядається не як ізольована задача класифікації, а як процедура пошуку відповідного геоприв'язаного еталона з подальшим уточненням результату.

У роботі також набули розвитку підходи до аналізу латентного простору автоенкодера для оцінювання інформативності цифрових зображень, виявлення повторюваних кадрів і підготовки якісних навчальних наборів для глибинного метричного навчання. Теоретично обґрунтовано використання складних негативних прикладів, глобальних і локальних ознак, а також тривимірного узгодження супутникових сцен із ракурсами бортової зйомки.

Отримані результати становлять основу для подальших досліджень у галузі комп'ютерного зору, глибинного навчання, візуального розпізнавання місцевості, побудови геоприв'язаних наборів даних та інтелектуальних бортових систем безпілотних літальних апаратів.

9. Практичне значення та використання результатів дисертаційного дослідження. Практичні результати можна звести до наступних пунктів:

1. алгоритмізовано метод моделювання, анотування, геоприв'язки та формування навчальних, валідаційних і тестових наборів даних, метод видалення малоінформативних цифрових зображень, метод геометричного узгодження супутникових даних з реальними бортовими даними та нейромережеву модель двоетапного зіставлення, що забезпечило можливість їх

подальшої програмної реалізації в складі інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером;

2. створено навчальний набір обсягом понад 413 000 геоприв'язаних відповідностей, придатний для навчання, валідації та тестування нейромережових систем розпізнавання, а також відфільтровану підмножину обсягом 263 701 приклад для побудови репрезентативних навчальних вибірок;

3. на основі виконаної алгоритмізації розроблено та програмно реалізовано модулі інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером, зокрема модулі формування глобальних і локальних ознак, добору складних негативних прикладів, векторного пошуку, локального уточнення, геометричного перетворення та побудови тривимірного представлення супутникових сцен;

4. модуль побудови тривимірного представлення супутникових сцен, реалізований у складі інформаційної технології моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером, може використовуватися для узгодження супутникових знімків за малих висот польоту, що розширює можливості застосування системи в умовах складної геометрії зйомки.

5. розроблені методи, алгоритми та програмні засоби можуть бути використані під час створення відомчих геоприв'язаних баз зображень місцевості, систем резервної навігації, систем візуальної прив'язки, розвідувально-пошукових бортових підсистем та інших інтелектуальних модулів для безпілотних літальних апаратів;

6. інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером може бути використана як резервний канал навігації безпілотного літального апарата в умовах втрати або пригнічення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем та за активної радіоелектронної протидії; на бортовому комп'ютері NVIDIA Jetson Orin NX середній час оброблення одного запиту становить 0,064 секунди, що забезпечує придатність до роботи в режимі, наближеному до реального часу;

7. результати дисертаційної роботи можуть бути використані в наукових дослідженнях та в освітньому процесі під час підготовки фахівців зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та суміжних спеціальностей у межах дисциплін з глибинного навчання, комп'ютерного зору, оброблення зображень та інтелектуальних бортових систем;

8. результати дисертаційного дослідження впроваджено в освітній процес кафедри прикладної математики Національного університету «Київський авіаційний інститут» під час викладання навчальних дисциплін: «Супровід підсистем цільового навантаження БПЛА», «Машинне навчання та розпізнавання образів», «Мова Python для глибокого навчання»;

9. результати дисертаційного дослідження впроваджено у виробничий процес компанії «Рейндорф» під час створення безпілотного літального апарата

для потреб виконання спеціальних місій в умовах дії військового стану за ТУ У 30.0-44764773-006:2024;

10. окремі результати дисертаційного дослідження відображено у патенті на корисну модель «Нейромережева 43-класова модель розпізнавання даних аерозйомки з камер безпілотних літальних апаратів»

10. Особистий внесок здобувача. Усі основні результати, викладені в дисертації, отримано здобувачем особисто. У працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать постановка задачі та її формалізація, збирання і підготовка даних аерозйомки, побудова та навчання нейромережевих моделей, розроблення програмних модулів, проведення обчислювальних і натурних експериментів, аналіз отриманих результатів та підготовка матеріалів до публікації.

11. Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на наукових конференціях і форумах, зокрема: IX International Conference Information Technology and 20 Implementation (IT&I, 2022), 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT, 2022), International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI, 2022), 2024 IEEE International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD, 2024), International Conference on Cyber Hygiene & Conflict Management in Global Information Networks (CH&CMiGIN, 2024), а також Aviation in the 21-st Century» (Київ, 2022), «ABIA» (Київ, 2023) та «ПОЛІТ» (Київ, 2023–2025).

12. Публікації. Основні наукові результати дисертації опубліковано у 6 наукових працях, з яких 1 стаття - у фаховому виданні України, 5 публікацій - у матеріалах міжнародних конференцій/виданнях, індексованих у міжнародних наукометричних базах. Додатково результати відображено у 5 тезах доповідей.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Козачук О.О. Порівняльний аналіз монокулярної оцінки глибини супутникових двовимірних зображень. Проблеми інформатизації та управління. Київський авіаційний інститут. Київ, 2025. Том 3 Вип. 83 С. 55-64. <https://doi.org/10.18372/2073-4751.83.20547>. ISSN: 2073-4751.

Статті у виданнях, які включено до міжнародних наукометричних баз:

1. Cholyshkina O., Prystavka P., Kozachuk O., Zivakin V.. Training set AERIAL SURVEY for data recognition systems from aerial surveillance cameras. CEUR Workshop Proceedings. Paper 79. 1 December, 2022, Kyiv. https://ceur-ws.org/Vol-3347/Paper_21.pdf. (Scopus), ISSN: 1613-0073.

Особистий внесок автора: тренування нейромереж та валідація отриманих результатів, проведення загального дослідження описаного в публікації.

2. Prystavka P., Dolgikh S., Kozachuk O.. Terrain Image Recognition with Unsupervised Generative Representations: the Effect of Anomalies. 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). Pages 485-488. October, 2022, Ruzomberok. <https://doi.org/10.1109/ACIT54803.2022.9913178>. (Scopus) Q3, ISSN: 2770-5226.

Особистий внесок автора: реалізація програмної частини роботи, проведення навчання нейромережі, дослідження розподілів даних і вилучення аномалій.

3. Kozachuk O., Prystavka P.. Comparing UAV camera data with satellite imagery for global localization. 2024 IEEE 7th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD). Pages 197-200. November, 2024, Kyiv. <https://doi.org/10.1109/APUAVD64488.2024.10765865>. (Scopus), ISBN:979-8-3315-3415-8.

Особистий внесок автора: збір даних, описано та запропоновано метод порівняння супутникових знімків зі знімками БПЛА, тренування та валідація отриманих результатів, оформлення роботи.

4. Prystavka P., Dolgikh S., Cholyshkina O., Kozachuk O.. Learned and Native Concepts in Latent Representations of Terrain Images. International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. Pages 66-84. November, 2022, Kherson. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20834-8_4. (Scopus), ISSN: 1865-0929.

Особистий внесок автора: збір даних, побудова нейромережі, навчання та валідація отриманих результатів, побудова графіків функцій та проведення дослідження.

5. Zivakin V., Kozachuk O., Prystavka P.. Analysis of cross-sectional neural network recognition of satellite and aerial survey data. Proceedings of the Third International Conference on Cyber Hygiene & Conflict Management in Global Information Networks (CH&CMiGIN 2024). Pages 106-119. January 2024, Kyiv. <https://ceur-ws.org/Vol-3925/paper09.pdf>. (Scopus), ISSN: 1613-0073.

Особистий внесок автора: проведення дослідження та аналіз наборів даних, тренування та валідація нейромереж і оформлення отриманих результатів.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Козачук О.. Порівняльний аналіз Vision Transformer та ResNet-50 як автокодувальників для дослідження простору представлень у задачах розпізнавання даних аерофотозйомки. Тези доповідей XXV Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «ПОЛІТ». Сучасні інформаційні комунікаційні технології в авіації. С. 153-155. Квітень, 2025, Київ.

2. Зівакін В., Козачук О.. Навчальний датасет для нейромережевої обробки даних повітряного спостереження. Proceedings The Tenth World

Congress " Aviation in the 21-st Century" Safety in Aviation And Space Technologies Pages 2.5.27– 2.5.29, September, 2022 Kyiv.

3. Зівакін В., Козачук О., Приставка П.. Дослідження перехресного нейромережевого розпізнавання даних супутникової та повітряної зйомки. Матеріали XVI міжнародної науково-технічної конференції «АВІА». С. 15.78-15.81. Квітень, 2023, Київ.

4. Козачук О. Визначення подібності зображень аерозйомки та супутникових даних на основі архітектури нейромережі автокодувальника. Тези доповідей XXIV Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «ПОЛІТ». Сучасні інформаційні комунікаційні технології в авіації. С. 15-16. Квітень, 2024, Київ.

5. Козачук О. Порівняння розподілів синтетичних та несинтетичних даних аерозйомки з використанням автокодувальника. Тези доповідей XXIII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «ПОЛІТ». Сучасні інформаційні комунікаційні технології в авіації. С. 15-16, Квітень, 2023, Київ.

13. Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 175 сторінок, із них 142 основного тексту. Робота містить 58 рисунків і 42 таблиці. Список використаних джерел налічує 87 найменувань.

14. Характеристика особистості здобувача. Під час підготовки дисертаційної роботи Козачук Олександр Олександрович проявив себе як самостійний, наполегливий і технічно підготовлений дослідник, здатний поєднувати теоретичний аналіз із практичною інженерною реалізацією. У процесі виконання роботи він продемонстрував уміння працювати з великими наборами даних аерозйомки, супутниковими матеріалами, телеметрією, нейромережевими моделями та бортовим обладнанням.

Здобувач показав високий рівень володіння методами комп'ютерного зору, глибинного навчання, математичного моделювання, статистичного аналізу та програмної реалізації. Особливо слід відзначити його здатність доводити дослідження до практичного результату, оскільки запропоновані методи були не лише теоретично обґрунтовані, а й реалізовані у вигляді програмних модулів та перевірені під час експериментів з реальними даними і фізичним обладнанням.

Під час роботи над дисертацією Олександр Олександрович проявив ініціативність, відповідальність, уважність до експериментальної перевірки результатів і здатність системно вирішувати складні науково-прикладні задачі.

15. Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація викладена науковим стилем сучасною українською мовою з використанням термінології галузі «Комп'ютерні науки», зокрема понять комп'ютерного зору, глибинного навчання, автоенкодерів, векторного пошуку, нейромережевого формування ознак та візуальної локалізації БПЛА.

Виклад матеріалу є логічним і послідовним. Структура роботи відповідає змісту дослідження: від аналізу сучасних підходів і математичної постановки задачі до розроблення інформаційної технології, її програмної реалізації та експериментальної перевірки. Основні положення, формули, таблиці, рисунки та висновки подано в академічно коректній формі.

16. Відповідність принципам академічної доброчесності.

Дисертаційна робота відповідає принципам академічної доброчесності. У тексті наведено посилання на використані джерела, а результати інших авторів відокремлено від власних наукових результатів здобувача.

Основні положення, винесені на захист, є результатом самостійної роботи Козачука Олександра Олександровича. Достовірність отриманих результатів підтверджено експериментальними дослідженнями, натурними випробуваннями, публікаціями, апробацією на наукових конференціях, а також впровадженням результатів в освітній процес і виробничу діяльність.

17. Рецензенти рекомендують: відповідно до пп. 15, 16 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 року № 44, *пропонується такий склад разової ради:*

Голова ради:

ГНАТЮК Сергій Олександрович, д.т.н., проф., проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Рецензенти:

ОХРИМЕНКО Тетяна Олександрівна, к.т.н., старший дослідник, заступник декана з наукової роботи Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

РЯБИЙ Мирослав Олександрович, к.т.н., доцент, старший науковий співробітник Науково-дослідної частини КАІ.

Офіційні опоненти:

МАКСИМЮК Тарас Андрійович, д.т.н., доцент, професор кафедри інформаційно-комунікаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

ЮРЧУК Ірина Аркадіївна, к.ф.-м.н., доц., доцент кафедри програмних систем і технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Усі члени разової спеціалізованої вченої ради не мають реальний чи потенційний конфлікт інтересів щодо здобувача Козачука Олександра Олександровича (зокрема, є його близькою особою) та/або його наукового керівника.

У результаті попередньої експертизи дисертації Козачука Олександра Олександровича повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Козачука Олександра Олександровича на тему «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером».

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Козачука Олександра Олександровича відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.2016. № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283), вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

3. Рекомендувати дисертаційну роботу «Інформаційна технологія моделювання та розпізнавання навчальних наборів аерозйомки на основі архітектур нейромереж з автоенкодером», подану Козачук Олександром Олександровичем на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

4. Рекомендувати Вченій раді затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:

Головою спеціалізованої вченої ради:

Голова ради:

ГНАТЮКА Сергія Олександровича, д.т.н., проф., проректора з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Рецензенти:

ОХРИМЕНКО Тетяну Олександрівну, к.т.н., старшого дослідника, заступника декана з наукової роботи Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

РЯБОГО Мирослава Олександровича, к.т.н., доцента, старшого наукового співробітника Науково-дослідної частини КАІ.

Офіційні опоненти:

МАКСИМЮКА Тараса Андрійовича, д.т.н., доцента, професора кафедри інформаційно-комунікаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

ЮРЧУК Ірину Аркадіївну, к.ф.-м.н., доц., доцента кафедри програмних систем і технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації Козачука Олександра Олександровича:

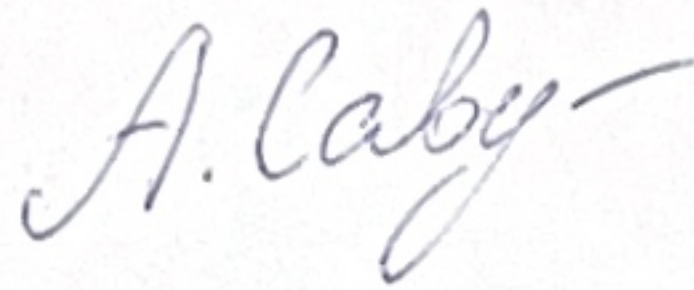
«за» – 10.

«проти» – немає.

«утримались» – немає.

Головуючий на засіданні:

завідувачка кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ,
д.т.н., професор



Аліна САВЧЕНКО

Секретар засідання:

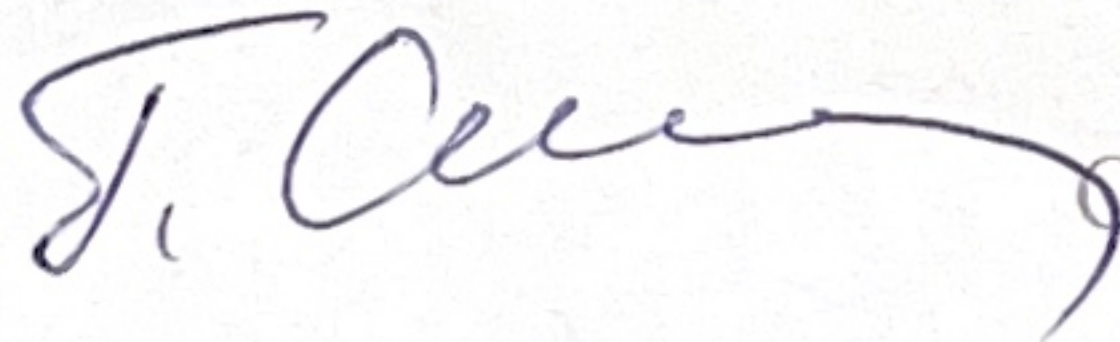
доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій КАІ,
к.т.н., доцент



Вікторія СИДОРЕНКО

ПОГОДЖЕНО:

проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ,
д.т.н., професор



Сергій ГНАТЮК