

ЗАТВЕРДЖУЮ

президент державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»



Ксенія СЕМЕНОВА

2026 року

ВИСНОВОК

Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут» (далі – КАІ) про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Терейковського Олега Ігоревича на тему «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 125 «Кібербезпека»

Витяг

із протоколу № 2/1 розширеного засідання кафедри кібербезпеки КАІ
від 25 лютого 2026 року

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри кібербезпеки:

Головуючий на засіданні – зав. кафедри, к.т.н., доц. Ільєнко Анна Вадимівна.

Ахрамович Володимир Миколайович – д.т.н., професор, професор кафедри.

Петрик Валентин Михайлович – к.держ. управл., доцент, доцент кафедри.

Аушев Єгор Володимирович – к.ф.-м.н., доцент кафедри.

Терещенко Лідія Юріївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри.

Петренко Андрій Борисович – к.т.н., доцент, доцент кафедри.

Висоцька Олена Олександрівна – к.т.н., доцент кафедри.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники КАІ:

Гнатюк Сергій Олександрович – д.т.н., професор, проректор з наукових досліджень та трансферу технологій.

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

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

Мищенко Андрій Віталійович – д.т.н., професор, професор кафедри технічного захисту інформації.

Козловський Валерій Валерійович – д.т.н., професор, завідувач кафедри кафедри технічного захисту інформації.

Темніков Володимир Олександрович – д.т.н., с.н.с., професор кафедри технічного захисту інформації.

Лазаренко Сергій Володимирович – д.т.н., професор, професор кафедри технічного захисту інформації.

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

Корченко Олександр Григорович – д.т.н., професор, перший проректор Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

Лажно Валерій Анатолійович – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Лаптев Олександр Анатолійович – д.т.н., с.н.с., доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Толіупа Сергій Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Шимкович Володимир Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Порядок денний:

Обговорення дисертаційного дослідження аспіранта кафедри кібербезпеки КАІ Терейковського Олега Ігоревича на тему «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальністю 125 «Кібербезпека».

Дисертація виконувалась на кафедрі кібербезпеки Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ. Тема дисертаційного дослідження «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури» затверджена на засіданні Вченої ради Факультету комп'ютерних наук та технологій (протокол № 9 від 28 листопада 2022 року).

Наукові керівники: д.т.н., професор, професор кафедри технічного захисту інформації Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ Міщенко Андрій Віталійович; д.т.н., професор, перший проректор Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій Корченко Олександр Григорович (на громадських засадах).

Виступили:

Зобувач Терейковський Олег обґрунтував актуальність обраної теми, визначив мету, завдання, методи дослідження, охарактеризував об'єкт та предмет дисертаційного дослідження, виклав основні наукові положення та висновки, що виносяться на захист, вказав науково-практичну значимість роботи, зазначив про впровадження результатів дослідження.

В результаті проведеного в дисертаційній роботі аналізу науково-практичних робіт, присвячених захисту об'єктів критичної інфраструктури, показано, що одна із найбільш актуальних задач в даній області полягає у підвищенні ефективності засобів розпізнавання особи на основі нейромережевого аналізу зображення обличчя та райдужної оболонки ока. Також, в результаті аналізу нормативних вимог та відомих науково-прикладних рішень визначено потребу комплексного вдосконалення нейромережевих засобів біометричної автентифікації в напрямках підвищення стійкості до спуфінг-атак, забезпечення оперативності розробки та адаптації до умов відеореєстрації, з урахуванням можливої наявності завад, зменшення ресурсоемності розробки, а також розширення функціоналу, зокрема в напрямку розпізнавання емоцій. При цьому проведений автором критичний огляд науково-прикладних робіт в області засобів аналізу зображень дозволяє стверджувати про можливість реалізації відповідних вдосконалень за рахунок застосування сучасних нейромережевих рішень, адаптованих до очікуваних умов застосування в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури. Таким чином, кандидатом обґрунтовано актуальність та можливість розробки засобів, які, за рахунок застосування сучасних відомих нейромережевих рішень, забезпечують достатню точність розпізнавання особи на основі нейромережевого аналізу зображення обличчя та райдужної оболонки ока, отриманих в різних умовах відеореєстрації, у тому числі за наявності завад, підвищують ефективність виявлення спуфінг-атак і створюють підґрунтя для визначення відповідності психоемоційного стану представника персоналу вимогам щодо належного виконання службових обов'язків.

За допомогою розробленої в дисертаційній роботі моделі процедури розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури з застосуванням нейромережевих засобів автором визначено, що перспективні шляхи підвищення ефективності нейромережевих засобів доцільно співвіднести з розробкою засобів семантичної сегментації зображення обличчя та розробкою модульної нейромережевої моделі розпізнавання особи.

Автором вперше розроблено метод побудови нейромережевих засобів семантичної сегментації зображення обличчя при біометричній автентифікації, що, за рахунок поетапної адаптації типу та конструктивних параметрів нейромережевої моделі до умов застосування в напрямку зменшення архітектурної складності та за рахунок використання механізму динамічного коригування параметрів навчання дозволяє в 1,2-1,25 рази підвищити точність виділення недеформованих завадами контурів зображення обличчя та приблизно в 10 разів зменшити обсяг складних довготривалих експериментів, спрямованих на визначення архітектурних параметрів нейромережевої моделі

Водночас вперше розроблена модульна нейромережева модель біометричної автентифікації, що, за рахунок співвіднесення функціоналу модулів із виконанням завдань біометричної автентифікації, які доцільно виконувати за допомогою окремої нейронної мережі, з урахуванням можливості використання апробованих вільнодоступних нейромережевих засобів, адаптованих до очікуваних умов застосування, забезпечує можливість

побудови ефективного нейромережевого методу біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, з урахуванням необхідності розпізнавання спуфінг-атак та забезпечення оперативності розробки відповідних нейромережевих засобів.

Також в дисертаційній роботі отримав подальший розвиток нейромережевий метод біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, що, за рахунок адаптації параметрів обробки відеопотоку до поточних значень показників відображення, обґрунтованого використання апробованих наперед навчених нейромережевих моделей, фільтрації зображення обличчя та райдужної оболонки від типових завад шляхом застосування процедури семантичної сегментації з наступним поелементним маскуванням піксельних значень та за рахунок аналізу ознак спуфінг-атак, з урахуванням артефактів зовнішнього оточення та динаміки емоційного стану, забезпечує можливість в 1,1-1,15 разів зменшити похибку розпізнавання особи, дозволяє здійснювати розпізнавання спуфінг-атак за розширеним переліком ознак, доповнює функціональні можливості системи біометричної автентифікації за рахунок розпізнавання емоцій та забезпечує можливість оперативної розробки відповідних нейромережевих засобів.

На основі розроблених моделей та методів автором розроблено систему біометричної автентифікації на об'єкті критичної інфраструктури, ефективність якої приблизно в 1,1 рази перевищує ефективність найкращих відомих систем подібного призначення.

У дисертаційній роботі розроблені програмні додатки, що реалізують запропоновані моделі та методи, які дозволяють здійснювати сегментацію обличчя та проводити розпізнавання особи і емоцій. В дисертаційній роботі вказано, що її результати було використано при виконанні держбюджетної науково-дослідної роботи «Система забезпечення кібербезпеки та стійкості об'єктів критичної інфраструктури» (№ДР 5-2024/18.02, 2024-2026 рр.), в навчальному процесі кафедри кібербезпеки КАІ та на підприємствах, що підтверджується відповідними актами впровадження.

Структура та обсяг дисертації зумовлена метою і логікою дослідження та складається з анотації державною та англійською мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

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

Запитання до аспіранта:

1. **ТОЛЮПА С.В.**, д.т.н., професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Запитання: Чи коректною є кореляція між завданнями дисертаційного дослідження та висновками по дисертації?

Відповідь: Дякую за запитання. Кореляція між завданнями дисертаційного дослідження та висновками є цілком коректною і повною, оскільки структура висновків чітко відповідає логіці поставлених наукових завдань. Кожне

завдання, від аналізу предметної області та обґрунтування концепції до розробки конкретних нейромережових моделей, методів сегментації та автентифікації, знайшло своє відображення у відповідному пункті висновків.

2. ТОЛЮПА С.В., д.т.н., професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Запитання: Яким чином можливо реалізувати навчання нейромережових моделей, що використовуються в процесі біометричної автентифікації?

Відповідь: Дякую за запитання. Необхідність навчання нейромережевої моделі виникає у випадках, коли для вирішення певного завдання у вільному доступі відповідна наперед навчена нейромережева модель відсутня. Наприклад, у вільному доступі відсутня наперед навчена нейромережева модель, що адаптована до розпізнавання особи на основі порівняння райдужної оболонки очей. У таких випадках для навчання моделей передбачено використання вільнодоступних апробованих навчальних вибірок. При відсутності таких вибірок передбачена необхідність їх створення.

3. ТОЛЮПА С.В., д.т.н., професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Запитання: Яким чином було проведено порівняння дисертаційних рішень з відомими рішеннями аналогічного призначення?

Відповідь: Дякую за запитання. Для порівняння було використано 29 науково-практичних рішень. Порівняння здійснено з використанням експертного підходу до оцінки ефективності засобів біометричної автентифікації на основі визначеного в першому розділі дисертації переліку критеріїв ефективності.

4. ПЕТРИК В.М., к. держ. управл., доцент, доцент кафедри кібербезпеки КАІ.

Запитання: Скажіть, в рамках дисертаційного дослідження було створено інструментальні засоби для розпізнавання особи за зображенням обличчя?

Відповідь: Дякую за запитання. Так. Узагальнений опис створених інструментальних засобів наведено в четвертому розділі дисертаційної роботи. Оригінальність створених інструментальних засобів підтверджено свідоцтвом про авторське право на твір, комп'ютерну програму «Neural network analysis of images».

5. ПЕТРИК В.М., к. держ. управл., доцент, доцент кафедри кібербезпеки КАІ.

Запитання: Якою була послідовність проведення експериментальних досліджень?

Відповідь: Дякую за запитання. Послідовність проведення експериментальних досліджень була визначена у відповідності до завдань дисертаційного дослідження. Власне в процесі експериментальних досліджень було проведено уточнення перспектив застосування представлених вільнодоступних нейромережових моделей для вирішення завдань, що реалізуються відповідними модулями в різних умовах експлуатації. Також були проведені експерименти для визначення ефективності методу побудови нейромережових засобів семантичної сегментації, ефективності нейромережових засобів на базі Siamese Network та Two_channel Networks для

розпізнавання особи за райдужною оболонкою ока та для розпізнавання спуфінг-атак за артефактами зовнішнього оточення, ефективності застосування засобів семантичної сегментації в процесі розпізнавання особи та ефективність розпізнавання спуфінг-атак за природністю емоцій.

6. ВИСОЦЬКА О.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки ФКНТ КАІ.

Запитання: Які емоції передбачено розпізнавати в процесі біометричної автентифікації?

Відповідь: Дякую за запитання. Передбачено розпізнавання шести базових емоцій, а також нейтрального стану. До переліку базових емоцій входять радість, смуток, гнів, страх, огида та здивування. Інтенсивність вираження цих емоцій використовується як визначення емоційного стану особи, що підлягає автентифікації. Динаміка вираженості цих емоцій використовується для детектування спуфінг-атак.

7. ВИСОЦЬКА О.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки ФКНТ КАІ.

Запитання: Чому для розпізнавання особи за зображенням обличчя ви пропонуєте використовувати нейромережеву модель FaceNet, а для розпізнавання особи за зображенням райдужної оболонки ока нейромережеві моделі Siamese Network та Two_channel Network?

Відповідь: Дякую за запитання. Використання для розпізнавання особи за зображенням обличчя нейромережевої моделі FaceNet пояснюється доступністю апробованого та готового до застосування відповідного інструментального забезпечення з відкритим програмним кодом. Для розпізнавання особи за райдужною оболонкою ока відповідного вільнодоступного інструментального забезпечення не знайдено. Разом з тим аналіз науково-практичних робіт вказує на високі потенційні можливості застосування Siamese Network та Two_channel Network.

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

Запитання: Поясніть, будь ласка, використання безеталонного підходу до визначення якості вхідного зображення.

Відповідь: Дякую за запитання. Використання безеталонного підходу до визначення якості вхідного зображення, асоційованого з окремим кадром відеопотоку, в першу чергу пояснюється відсутністю еталона цього ж кадру, з яким можна було б порівняти поточне зображення. В дисертації обґрунтовано, що при біометричній автентифікації для оцінки якості вхідного зображення доцільно використовувати гістограму яскравості, контраст Міхельсона, стандартне відхилення яскравості, індекс засвітлення, індекс затемнення, Лапласіан зображення, дисперсію Лапласіана, середню яскравість по кожному із каналів RGB-зображення, середню яскравість RGB-зображення та максимальне відхилення яскравості каналу RGB-зображення.

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

Запитання: Дисертаційні рішення орієнтовано на використання в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, що передбачає дотримання певних вимог до умов відеореєстрації. В цьому контексті, навіщо у запропонованому нейромережевому методі біометричної автентифікації за

зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури передбачено нівелювання завад при відеореєстрації?

Відповідь: Дякую за запитання. Необхідність нівелювання завад пояснюється як можливим недотриманням умов відеореєстрації, що може виникнути, наприклад, внаслідок надзвичайних ситуацій при вхідному контролі на об'єкті критичної інфраструктури. Крім того, запропоновані в дисертації рішення можуть використовуватись не тільки при вхідному контролі, але і для розпізнавання особи в процесі виконання нею службових обов'язків.

10. **ФЕСЕНКО А.О.**, к.т.н., доцент, декан факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

Запитання: Яким чином на основі дисертаційних рішень отримати графіки показників FAR, FRR та ROC, що традиційно використовуються для оцінки ефективності систем біометричної автентифікації?

Відповідь: Дякую за запитання. Традиційні показники ефективності біометричної автентифікації FAR та FRR отримуються на основі аналізу значень ступеня подібності, що генеруються розробленими нейромережевими моделями при порівнянні тестових пар зображень «свій-свій» та «свій-чужий». Шляхом ітераційного варіювання порогу прийняття рішення в діапазоні від 0 до 1 обчислюються ймовірності помилок першого та другого роду для кожної точки, що дозволяє побудувати графіки їхніх залежностей від порогу та визначити точку рівної ймовірності помилок (EER). На основі цих же даних будується крива ROC як функціональна залежність істинно позитивних результатів від рівня хибного допуску, де площа під кривою (AUC) виступає інтегральною оцінкою роздільної здатності системи.

11. **ФЕСЕНКО А.О.**, к.т.н., доцент, декан факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ.

Запитання: Чи враховуються у дисертаційних рішеннях щодо розпізнавання особи за райдужною оболонкою ока особливості аналізу карих очей, коли колір райдужної оболонки ока схожий на колір зіниці?

Відповідь: Дякую за запитання. У дисертаційних рішеннях проблема аналізу карих очей з низьким контрастом між райдужною оболонкою та зіницею вирішується завдяки застосуванню семантичної сегментації на основі енкодер-декодерної архітектури, яка виділяє морфологічні межі об'єктів за глибокими просторовими ознаками, а не лише за перепадом яскравості. Для забезпечення функціональної стійкості системи реалізовано адаптивний підхід у межах модульної структури: у випадках, коли через критично низьку якість зображення або специфіку пігментації точно виділити контури зіниці не вдається, система автоматично переходить до режиму автентифікації виключно за зображенням обличчя.

12. **ГНАТЮК С.О.**, д.т.н., професор, проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Запитання: В чому полягають переваги розробленого вами методу біометричної автентифікації у порівнянні з відомими аналогічними рішеннями?

Відповідь: Дякую за запитання. До основних переваг розробленого в дисертації методу слід віднести підвищення точності розпізнавання особи за

рахунок виявлення областей завад та виділення природніх контурів зображення обличчя, детектування спуфінг-атак за артефактами зовнішнього оточення та природністю емоцій, оперативності розробки засобів розпізнавання особи системи біометричної автентифікації та реалізації додаткового сервісу розпізнавання емоційного стану представника персоналу об'єкту критичної інфраструктури.

13. **ГНАТЮК С.О.**, д.т.н., професор, проректор з наукових досліджень та трансферу технологій КАІ.

Запитання: На чому базуються рішення щодо детектування спуфінг-атак за артефактами зовнішнього оточення та природністю емоцій?

Відповідь: Дякую за запитання. Детектування спуфінг-атак за артефактами зовнішнього оточення базується на порівнянні фонового зображення, отриманого під час реєстрації представника персоналу з очікуваним фоновим зображенням. Детектування спуфінг-атак за природністю емоцій базується на нейромережевому аналізі динаміки показників, що характеризують емоційний стан. Наприклад, спуфінг-атака детектується, якщо детектується аномально тривале збереження емоційного стану, тобто якщо зміна інтенсивності емоцій менша ніж на 0,15 за кадр.

14. **ЛАХНО В.А.**, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Запитання: В другому розділі дисертаційної роботи вказано, що при здійсненні експериментів, спрямованих на оцінювання перспектив застосування нейронної мережі U-Net для виділення кордонів обличчя, було досягнуто точності 0,96 за показником Accuracy. Відповідний графік показано на рис. 2.7. Не зовсім ясно, це точність отримана на навчальному датасеті, чи це точність для незалежного тестового набору?

Відповідь: Дякую за запитання. Вказана величина показника точності досягнута на валідаційних даних, що не використовувались в процесі навчання нейромережевої моделі. Це відзначено на сторінці 73 дисертації. На рис. 2.7 показано зміну показника точності Accuracy на валідаційних даних в залежності від кількості епох навчання.

15. **ІЛЬЄНКО А.В.** к.т.н., доцент, завідувач кафедри кібербезпеки КАІ.

Запитання: Підхід до застосування модульної структури нейромережевої моделі є багатообіцяючим, але було б корисно пояснити, чому була обрана модульність, а не використовувалась так звана модель end-to-end deep learning типу ChatGpt?

Відповідь: Дякую за запитання. Особливості end-to-end deep learning models пов'язані з необхідністю перенавчання всієї моделі у випадку модифікації навчальної вибірки, наприклад, через необхідність виявлення нових типів завад або через необхідність аналізу нових параметрів спуфінг-атак. Це суттєво ускладнює оперативну адаптацію засобів біометричної автентифікації до варіативних умов застосування. Крім того, відносно end-to-end deep learning models, модульна нейромережева модель вважається більш продуктивною та обчислювально ефективною через можливість розподілу обчислювальних навантажень між окремими модулями, а також можливість

оптимізації використання апаратних ресурсів шляхом адаптації кожного модуля до конкретної підзадачі.

Після відповідей на запитання виступили:

Науковий керівник – д.т.н., професор, професор кафедри технічного захисту інформації Факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ Міщенко Андрій Віталійович.

Науковий керівник охарактеризував актуальність обраної теми дослідження, поставлені та виконані завдання для досягнення мети щодо проведеного наукового дослідження.

Наголосив, що аспірант успішно виконав індивідуальний план наукової роботи та індивідуальний навчальний план. Підготовлена дисертація готова до захисту. У роботі опрацьовано досить багато різноманітного матеріалу, є достатня кількість наукових праць, які дозволили узагальнити широкий світовий досвід.

У процесі виконання роботи кандидат показав необхідну кваліфікацію для самостійного вирішення поставлених наукових задач, постійно працює над підвищенням свого освітнього і професійного рівня. Вміє проводити наукові дослідження, приймає участь у науково-дослідних роботах, має наукові публікації та доповіді у наукових конференціях.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка націлена на вирішення актуальної наукової задачі, що відповідає спеціальності 125 «Кібербезпека», а її автор, Терейковський Олег Ігоревич, заслуговує присудження ступеня доктора філософії, на підставі Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Науковий керівник (на громадських засадах) – д.т.н., професор, перший проректор Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій Корченко Олександр Григорович.

Науковий керівник охарактеризував актуальність обраної теми дослідження, поставлені та виконані завдання для досягнення мети щодо проведеного наукового дослідження.

Аспірант успішно виконав індивідуальний план наукової роботи та індивідуальний навчальний план, а підготовлена дисертація відповідає вимогам і може бути рекомендована до захисту. У межах дослідження було опрацьовано значний обсяг різнопланового матеріалу, а також підготовлено достатню кількість публікацій, що засвідчують обґрунтованість узагальнень та врахування світового досвіду у сфері дослідження.

У процесі виконання наукової роботи здобувач продемонстрував належний рівень наукової компетентності та здатність до самостійного вирішення складних наукових завдань. Постійно працює над підвищенням свого освітнього й професійного рівня, активно займається науковими

дослідженнями, бере участь у виконанні науково-дослідних проєктів, має наукові публікації та виступи на наукових конференціях.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка націлена на вирішення актуальної наукової задачі, що відповідає спеціальності 125 «Кібербезпека», а її автор, Терейковський Олег Ігоревич, заслуговує присудження ступеня доктора філософії, на підставі Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

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

ЛАХНО В.А., д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного університету біоресурсів і природокористування України: Відзначив високу актуальність теми дисертації в умовах зростання вимог до рівня безпеки об'єктів критичної інфраструктури. Наголосив на важливості підвищення ефективності засобів біометричної автентифікації на об'єктах критичної інфраструктури та розширення їх функціональних можливостей в напрямку визначення належного психоемоційного стану персоналу. Позитивно оцінив розширення номенклатури параметрів, що використовуються для розпізнавання спуфінг-атак. Підтримав роботу.

ШИМКОВИЧ В.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського: Робота має цілісний характер, мета роботи досягнута, а кількість публікацій здобувача значно перевищує вимоги. Роботу підтримує.

В обговоренні дисертаційного дослідження взяли участь:

ТОЛЮПА С.В., д.т.н., професор, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Відзначив актуальність заявленої теми, якість опису розроблених моделей та методів. Відмітив ґрунтовність отриманих результатів. Підтримав роботу.

ЛАПТЄВ О.А., д.т.н., старший науковий співробітник, доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Відмітив, що здобувач самостійно досягнув заявлених наукових результатів. Зазначив, що суттєвих зауважень по дисертаційній роботі висловлено не було. Підтримав роботу.

КОЗЛОВСЬКИЙ В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри кафедри ТЗІ КАІ: Зазначив актуальність теми дисертаційного дослідження, високий рівень наукової новизни та практичну значущість отриманих результатів. Підтримав роботу.

ФЕСЕНКО А.О., к.т.н., доцент, декан факультету комп'ютерних наук та технологій КАІ: Зазначив, що тематика дисертаційної роботи повністю відповідає сучасним викликам у галузі кібербезпеки. Відзначив практичну спрямованість дослідження та наявність результатів впровадження. Оцінив чітку структуру та логіку викладення матеріалу. Підтримав роботу.

ІЛЬЄНКО А.В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри кібербезпеки КАІ: Зазначила, що робота достатньо якісно представлена та структурована. Роботу підтримує.

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

Відзначив що в роботі детально описані моделі та методи, а поставлені у роботі завдання ґрунтовно вирішені. Відмітив достатній обсяг матеріалу та якість порівняння дисертаційних рішень з відомими рішеннями подібного призначення. Підтримав роботу.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації на тему «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 125 «Кібербезпека»

1. Обґрунтування вибору теми дослідження. В умовах сучасного світу забезпечення ефективного захисту об'єктів критичної інфраструктури є одним із ключових чинників, від якого безпосередньо залежить рівень національної безпеки держави. Важливим напрямком підвищення рівня захисту об'єктів критичної інфраструктури є вдосконалення засобів біометричної автентифікації, які ґрунтуються на нейромережевих технологіях аналізу зображення обличчя та райдужної оболонки ока, завдяки зменшенню похибки розпізнавання, розширенню переліку ознак розпізнавання спуфінг-атак та адаптації до варіативних умов застосування.

Тому розробка та дослідження нейромережевих моделей та методів розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока, що забезпечать підвищення ефективності засобів біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, є актуальною науковою задачею.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з виконанням держбюджетної науково-дослідної роботи Державного університету «Київський авіаційний інститут» («Система забезпечення кібербезпеки та стійкості об'єктів критичної інфраструктури», №ДР 5-2024/18.02, 2024-2025 рр.).

Тема дисертації відповідає освітньо-науковій програмі «Кібербезпека» за спеціальністю 125 «Кібербезпека» галузі знань 12 «Інформаційні технології» в КАІ (зокрема, ОК6, ОК7 та ОК8).

3. Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження роботи є підвищення ефективності біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури за рахунок зменшення похибки розпізнавання особи, адаптації до варіативних умов

застосування, розширення переліку ознак розпізнавання спуфінг-атак, доповнення функціональних можливостей завдяки розпізнаванню емоцій та підвищення оперативності розробки відповідних нейромережових засобів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити **задачі**:

- Провести аналіз можливостей підвищення ефективності засобів біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури.

- Розробити моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, що дозволить деталізувати шляхи підвищення ефективності засобів біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока та забезпечить теоретичний базис розробки відповідних методів.

- Розробити метод побудови нейромережових засобів семантичної сегментації зображення обличчя при біометричній автентифікації, які забезпечують підвищення точності виділення контурів обличчя.

- Розробити метод біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока із застосуванням нейромережових засобів, що забезпечує підвищення ефективності біометричної автентифікації у варіативних умовах застосування з урахуванням необхідності розпізнавання спуфінг-атак.

Розробити систему біометричної автентифікації об'єктів критичної інфраструктури та провести експериментальні дослідження.

4. Об'єктом дослідження є процеси біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока.

5. Предметом дослідження є нейромережові моделі та методи біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока.

6. Методи дослідження. Використовувались методи дослідження, що ґрунтуються на методологічному базисі теорії захисту інформації, нейронних мереж, складних систем, розпізнавання образів і системному аналізі – для аналізу предметної області досліджень і окреслення перспектив підвищення ефективності нейромережових засобів розпізнавання особи при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури; теорії нейронних мереж, кодування, прийняття рішень, моделювання, методи цифрової обробки сигналів та біометрії – для розроблення моделей та методів розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури; методів імітаційного моделювання, об'єктно-орієнтованого проектування та елементів теорії алгоритмів, програмування та планування експерименту – для розроблення структурних рішень та інструментальних засобів розпізнавання особи. Достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій підтверджена їх узгодженістю із сучасними теоретичними положеннями, а також збіжністю отриманих аналітичних і експериментальних даних.

7. Наукова новизна дослідження:

вперше розроблено:

- модульна нейромережева модель біометричної автентифікації, що, за рахунок співвіднесення функціоналу модулів із виконанням завдань біометричної автентифікації, які доцільно виконувати за допомогою окремої нейронної мережі, з урахуванням можливості використання апробованих вільнодоступних нейромережевих засобів, адаптованих до очікуваних умов застосування, забезпечує можливість побудови ефективного нейромережевого методу біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, з урахуванням необхідності розпізнавання спуфінг-атак та забезпечення оперативності розробки відповідних нейромережевих засобів.

- метод побудови нейромережевих засобів семантичної сегментації зображення обличчя при біометричній автентифікації, що, за рахунок поетапної адаптації типу та конструктивних параметрів нейромережевої моделі до умов застосування в напрямку зменшення архітектурної складності та за рахунок використання механізму динамічного коригування параметрів навчання, дозволяє підвищити точність виділення недеформованих завадами контурів зображення обличчя та зменшити обсяг складних довготривалих експериментів, спрямованих на визначення архітектурних параметрів нейромережевої моделі.

отримали подальший розвиток:

- модель процедури розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури з застосуванням нейромережевих засобів, що, за рахунок реалізації формалізованого опису процедури розпізнавання, конкретизації параметрів умов відеореєстрації, конкретизації параметрів оцінювання ефективності і чинників впливу на ефективність процесу нейромережевого розпізнавання особи та розроблених підходів до визначення параметрів завад для розпізнавання особи і емоцій, розпізнавання атак за допомогою муляжів та побудови модульної нейромережевої моделі, дозволила деталізувати перспективні шляхи підвищення ефективності нейромережевих засобів біометричної автентифікації.

- нейромережевий метод біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури, що, за рахунок адаптації параметрів обробки відеопотоку до поточних значень показників відображення, обґрунтованого використання апробованих наперед навчених нейромережевих моделей, фільтрації зображення обличчя та райдужної оболонки від типових завад шляхом застосування процедури семантичної сегментації з наступним поелементним маскуванням піксельних значень та за рахунок аналізу ознак спуфінг-атак, з урахуванням артефактів зовнішнього оточення та динаміки емоційного стану, забезпечує можливість зменшення похибки розпізнавання особи, дозволяє здійснювати розпізнавання спуфінг-атак за розширеним переліком ознак, доповнює функціональні можливості системи біометричної

автентифікації за рахунок розпізнавання емоцій та забезпечує можливість оперативної розробки відповідних нейромережових засобів.

8. Теоретичне значення роботи полягає у тому, що отримано нове рішення наукового завдання розробки та дослідженні нейромережових моделей та методів розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока, що забезпечить підвищення ефективності засобів біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури.

9. Практичне значення та використання результатів дисертаційного дослідження. Запропоновані нейромережові моделі та методи біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока забезпечили можливість розробки системи біометричної автентифікації на об'єкті критичної інфраструктури, ефективність якої приблизно в 1,1 рази перевищує ефективність найкращих відомих систем подібного призначення.

Практична цінність полягає в тому, що:

- В результаті аналізу науково-практичних робіт в області біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока та в області нейромережових засобів обробки зображень обґрунтовано актуальність та можливість розробки доступних засобів, які, за рахунок застосування сучасних відомих нейромережових рішень, забезпечують достатню точність розпізнавання особи на основі нейромережевого аналізу зображення обличчя та райдужної оболонки ока, отриманих в різних умовах відеореєстрації, у тому числі за наявності завад, підвищують ефективність виявлення спуфінг-атак і створюють підґрунтя для визначення відповідності психоемоційного стану представника персоналу вимогам щодо належного виконання службових обов'язків.

- Розроблено архітектуру системи біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужної оболонки ока персоналу об'єктів критичної інфраструктури, в якій, на відміну від відомих, з використанням UML-діаграми прецедентів сформовано формалізований опис функціональних вимог, пов'язаних із семантичною сегментацією зображень обличчя, а також із необхідністю виявлення та розпізнавання спуфінг-атак за природністю емоцій і артефактами зовнішнього оточення, що забезпечує підґрунтя для впровадження в систему біометричної автентифікації відповідних сервісів.

- Використання розробленого методу побудови нейромережових засобів семантичної сегментації зображення обличчя при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури дозволяє в 1,2-1,25 рази підвищити точність виділення недеформованих завадами контурів зображення обличчя та приблизно в 10 разів зменшити обсяг складних довготривалих експериментів, спрямованих на визначення архітектурних параметрів нейромережевої моделі.

- Використання розробленого нейромережевого методу біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока в

інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури дозволяє в 1,1-1,15 разів зменшити похибку розпізнавання особи.

- Розроблені програмні додатки, що реалізують запропоновані моделі та методи, дозволяють здійснювати сегментацію обличчя та проводити розпізнавання особи і емоцій.

Практична цінність роботи підтверджується впровадженням дисертаційних рішень в діяльність Державного університету «Київський авіаційний інститут» при виконанні держбюджетної науково-дослідної роботи «Система забезпечення кібербезпеки та стійкості об'єктів критичної інфраструктури» (№ДР 5-2024/18.02, 2024-2025 рр.) (акт про впровадження від 12.01.2026) та в навчальному процесі кафедри кібербезпеки факультету комп'ютерних наук та технологій (акт про впровадження від 12.01.2026). Також отримані результати впроваджені в діяльність ТОВ «АНТЕ МЕДІАМ» (акт про впровадження від 11.09.2025), Львівської торгово-промислової палати (акт про впровадження від 12.03.2026), ТОВ «Науково-виробниче підприємство хімічних продуктів» (акт про впровадження від 16.06.2025), ТОВ «Айті Курсор» (акт про впровадження від 27.11.2025), ТОВ «ОПТОЕЛЕКТРОНІКА» (акт про впровадження від 24.12.2025).

10. Особистий внесок здобувача. Дисертація «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури» Терейковського Олега Ігоревича є самостійною науковою працею, в якій наведено теоретичні положення і висновки, власні ідеї та розробки автора, які дають змогу вирішити поставлені завдання. Усі висновки та практичні рекомендації, винесені на захист, розроблені дисертантом особисто. Використані в дисертації ідеї, положення чи гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей здобувача.

11. Апробація результатів дослідження. Найважливіші ідеї, висновки, рекомендації, отримані в дисертації, оприлюднені та отримали позитивні оцінки на таких міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях: «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (Київ, 2022, 2023); «IT Project Management (ITPM 2024)» (Братислава, 2024); «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем» (Кропивницький, 2024); «Теорія модернізації в контексті сучасної світової науки» (Мукачево, 2025); «Інформаційні системи та технології: результати і перспективи (IST 2025)» (Київ, 2025); «Polit. Challenges of Science Today» (Київ, 2025).

12. Публікації. Основні наукові результати дисертаційної роботи були опубліковані в 20 наукових працях, у тому числі: 7 наукових статей у фахових наукових журналах України, 6 наукових статей в міжнародних виданнях, що входять до баз даних Scopus та Web of Science, 1 з яких в журналі, що належить до квартилю Q1-Q2, та 7 тез доповідей наукових конференцій, 1 з яких проіндексована в базі даних Scopus.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Терейковський І. А., Чернишев Д. О., Корченко О. Г., Терейковська Л. О., Терейковський О. І. Процедура застосування нейронних мереж для сегментації растрових зображень. *Кибербезпека: освіта, наука, техніка*. 2022. № 2(18). С. 25–38. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.18.2438>.

Особистий внесок автора: розроблено процедуру застосування нейронних мереж для сегментації растрових зображень.

Особистий внесок Терейковського І. А.: координація дослідницького процесу, редагування рукопису.

Особистий внесок Чернишева Д. О.: підготовка даних для експериментів, допомога у валідації моделі.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, формалізація окремих завдань дослідження.

Особистий внесок Терейковської Л. О.: моделювання експериментальних умов, аналіз результатів.

2. Корченко О.Г., Терейковський О.І. Аналіз та оцінювання засобів біометричної аутентифікації за зображенням обличчя та райдужної оболонки ока персоналу об'єктів критичної інфраструктури. *Кибербезпека: освіта, наука, техніка*. 2023. № 1(21). С. 136–148. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.21.136148>.

Особистий внесок автора: проведено аналіз та оцінювання ефективності засобів біометричної автентифікації за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока персоналу об'єктів критичної інфраструктури.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, наукове редагування рукопису.

3. Корченко О., Терейковський О. Модель процедури розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури із застосуванням нейромережевих засобів. *Захист інформації*. 2024. № 26(1). С. 157–170. <https://doi.org/10.18372/2410-7840.26.18839>.

Особистий внесок автора: розроблено модель процедури розпізнавання особи за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока при біометричній автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури із застосуванням нейромережевих засобів.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, наукове редагування рукопису.

4. Корченко О., Терейковський О. Модульна нейромережева модель біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока. *Безпека інформації*. 2024. № 30(2). С. 339–347. <https://doi.org/10.18372/2225-5036.30.19247>.

Особистий внесок автора: розроблено та досліджено модульну нейромережеву модель біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, наукове редагування рукопису.

5. Корченко О., Терейковський О. Семантична сегментація зображення обличчя в системах біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. № 4(28). С. 385–399. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.28.816>.

Особистий внесок автора: розроблено модель та метод семантичної сегментації зображення обличчя в системах біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, наукове редагування рукопису.

6. Корченко О. Г., Козловський В. В., Міщенко А. В., Терейковський О. І. Визначення функціональних вимог до мультимодальної системи біометричної автентифікації персоналу об'єкта критичної інфраструктури з використанням UML-діаграм прецедентів. *Сучасний захист інформації*. 2025. № 2(62). С. 68–75. <https://doi.org/10.31673/2409-7292.2025.023266>.

Особистий внесок автора: розроблено UML-діаграми прецедентів мультимодальної системи біометричної автентифікації персоналу об'єкта критичної інфраструктури.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, наукове редагування рукопису.

Особистий внесок Козловського В. В.: формалізація завдань дослідження, аналіз специфічних загроз та вимог безпеки, притаманних персоналу об'єктів критичної інфраструктури.

Особистий внесок Міщенко А. В.: верифікація отриманих результатів, визначення перспектив подальших досліджень.

7. Корченко О., Терейковський О. Метод біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока із застосуванням нейромережевих засобів. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. № 1(29). С. 92–106. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.29.866>.

Особистий внесок автора: розроблено метод біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури за зображенням обличчя та райдужною оболонкою ока із застосуванням нейромережевих засобів.

Особистий внесок Корченка О.Г.: постановка наукової проблеми, наукове редагування рукопису.

1. Hu Z., Tereikovskiy I., Chernyshev D., Tereikovska L., Tereikovskiy O., Wang D. Procedure for processing biometric parameters based on wavelet transformations. *International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS)*. 2021. No. 13(2). P. 11–22. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2021.02.02>. (Scopus) Q3, ISSN: 2075-0161.

Особистий внесок автора: розроблено підходи до формалізованого опису процедури розпізнавання біометричних параметрів.

Особистий внесок Hu Z.: аналіз характеристик базисних вейвлетів, обґрунтування підходу до вибору ефективного базисного вейвлету.

Особистий внесок Tereikovskiy I.: загальне наукове керівництво, формалізація завдань дослідження.

Особистий внесок Chernyshev D.: визнання переліку критеріїв ефективності базисного вейвлету, верифікація результатів експериментальних досліджень.

Особистий внесок Tereikovska L.: постановка наукової проблеми, редагування рукопису.

Особистий внесок Wang D.: розробка експериментального комплексу, реалізація експериментальних досліджень.

2. Tereikovskiy I., Hu Z., Chernyshev D., Tereikovska L., Korystin O., Tereikovskiy O. The method of semantic image segmentation using neural networks. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing (IJIGSP)*. 2022. No. 14(6). P. 1–14. <https://doi.org/10.5815/ijigsp.2022.06.01>. (Scopus), ISSN: 2074-9074.

Особистий внесок автора: розроблено та досліджено метод семантичної сегментації растрових зображень із застосуванням нейромережових засобів.

Особистий внесок Tereikovskiy I.: загальне наукове керівництво, редагування рукопису.

Особистий внесок Hu Z.: підготовка масиву експериментальних даних, верифікація результатів.

Особистий внесок Chernyshev D.: участь у реалізації критичного огляду сучасного стану досліджень у галузі сегментації.

Особистий внесок Tereikovska L.: допомога у розробці математичного апарату та оцінка перспектив подальших досліджень.

Особистий внесок Korystin O.: постановка наукової проблеми, формалізація завдань дослідження.

3. Tereikovskiy I., Korchenko O., Bushuyev S., Tereikovskiy O., Ziubina R., Veselska O. A neural network model for object mask detection in medical images. *International Journal of Electronics and Telecommunications*. 2023. No. 69(1). P. 41–46. <https://doi.org/10.24425/ijet.2023.144329>. (Scopus, Web of Science) Q4, ISSN: 2081-8491.

Особистий внесок автора: розроблено та досліджено нейромережову модель для сегментації растрових зображень.

Особистий внесок Tereikovskiy I.: постановка наукової проблеми, формалізація завдань дослідження.

Особистий внесок Korchenko O.: загальне наукове керівництво, редагування рукопису.

Особистий внесок Bushuyev S.: верифікація отриманих результатів, оцінка перспектив подальших досліджень.

Особистий внесок Ziubina R.: підготовка масиву експериментальних даних, участь у розробці засобів для реалізації експериментів.

Особистий внесок Veselska O.: участь у реалізації критичного огляду сучасного стану досліджень у галузі семантичної сегментації, допомога у розробці математичного апарату.

4. Tereikovskiy I., AlShboul R., Mussiraliyeva S., Tereikovska L., Bagitova K., Tereikovskiy O., Hu Z. Method for constructing neural network means for recognizing scenes of political extremism in graphic materials of online social networks. *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. 2024. No. 16(3). P. 52–69. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2024.03.05>. (Scopus) Q3, ISSN: 2074-9090.

Особистий внесок автора: підходи до побудови нейромережових засобів аналізу растрових зображень та відеопотоку.

Особистий внесок Tereikovskiy I.: загальне наукове керівництво, визначення перспектив подальших досліджень.

Особистий внесок AlShboul R.: участь у розробці експериментальних засобів, підготовка даних для експерименту.

Особистий внесок Mussiraliyeva S.: аналіз світового досвіду у сфері моніторингу контенту онлайн-соцмереж та оцінка перспектив подальших досліджень.

Особистий внесок Tereikovska L.: постановка наукової проблеми, формалізація завдань досліджень.

Особистий внесок Bagitova K.: участь у розробці математичного забезпечення, редагування рукопису.

Особистий внесок Hu Z.: верифікація отриманих результатів, обґрунтування обмежень щодо умов застосування.

5. Korchenko O., Tereikovskiy I., Ziubina R., Tereikovska L., Korystin O., Tereikovskiy O., Karpinskyi V. Modular neural network model for biometric authentication of personnel in critical infrastructure facilities based on facial images. *Applied Sciences*. 2025. No. 15(5). P. 2553. <https://doi.org/10.3390/app15052553> (Scopus, Web of Science) Q2, ISSN: 2076-3417.

Особистий внесок автора: розроблено та досліджено модульну нейромережову модель біометричної автентифікації персоналу об'єктів критичної інфраструктури.

Особистий внесок Korchenko O.: загальне наукове керівництво, оцінка перспективних шляхів подальших досліджень.

Особистий внесок Tereikovskiy I.: постановка наукової проблеми, редагування рукопису.

Особистий внесок Ziubina R.: реалізація експериментальної частини, участь у тестуванні та верифікації.

Особистий внесок Tereikovska L.: допомога у розробці математичного апарату та алгоритмічного забезпечення.

Особистий внесок Korystin O.: підготовка експериментальної установки та участь у верифікації отриманих результатів

Особистий внесок Karpinskyi V.: допомога у зборі та підготовці вхідних даних, участь у розробці програмного забезпечення.

6. Bagitova K., Tereikovskiy I., Babayev I., Tereikovska L., Tereikovskiy O. Model for processing images of online social networks used to recognize political extremism. *Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science*. 2023. No. 119(3). P. 91–103. <https://doi.org/10.26577/JMMCS2023v119i3a8>. (*Scopus, Web of Science*) Q4, ISSN: 1563-0277.

Особистий внесок автора: розроблено процедуру оцінювання візуальних характеристик растрових зображень та підготовки цих зображень до подачі у нейромережеві засоби розпізнавання.

Особистий внесок Bagitova K.: формалізація задачі дослідження, участь у розробці програмного забезпечення.

Особистий внесок Tereikovskiy I.: загальне наукове керівництво, редагування рукопису та визначення напрямів подальших досліджень.

Особистий внесок Babayev I.: забезпечення моделювання та верифікація отриманих результатів, участь у проведенні їх порівняльного аналізу.

Особистий внесок Tereikovska L.: постановка наукової проблеми, формування концепції дослідження та обґрунтування вибору архітектури моделі.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Терейковський О. І. Проблематика біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури. *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами* : матеріали ІХ Міжнар. наук.-техн. Internet-конф., Київ : НУХТ, 2022. С. 126–127. URL: <https://drive.google.com/file/d/13R3VkfJtmeRMu7UtPxI-oY79iq2kSKbg/view>.

2. Терейковський О. І. Характеристика засобів автентифікації персоналу в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури. *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами* : матеріали Х Міжнар. наук.-техн. Internet-конф., Київ : НУХТ, 2023. С. 140–141. URL: <https://drive.google.com/file/d/19dkao0HSOgMIVIGQg1iASv6R0m5zVkcU/view?pli=1>.

3. Bushuyev S., Tereikovskiy I., Korchenko O., Dychka I., Tereikovska L., Tereikovskiy O. Conceptual model of the face recognition process based on the image of the face and iris of personnel of critical infrastructure facilities. *Proceedings of the 5th International Workshop IT Project Management (ITPM 2024)*. CEUR

Workshop Proceedings, 2024. Vol. 3709. P. 278–291. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3709/paper22.pdf>. (*Scopus*)._

4. Терейковський О. І. Characteristics of personnel authentication means in information systems of critical infrastructure facilities. *Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем* : матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф. Кропивницький, 2024. С. 181–182. URL: https://www.sfa.org.ua/images/docs/Zbirnyk_tez_XII_Mizhnarodnoi_naukovoii_konferentsii_2024.pdf.

5. Терейковський О. І. Застосування нейронних мереж при вирішенні завдань біометричної автентифікації на об'єктах критичної інфраструктури. *Теорія модернізації в контексті сучасної світової науки* : зб. наук. праць з матеріалами IV Міжнар. наук. конф. (м. Мукачево, 24 січня 2025 р.). Вінниця : УКРЛОГОС Груп, 2025. С. 320–323. <https://doi.org/10.62731/mcnd-24.01.2025>.

6. Терейковський О. І. Model of semantic segmentation of face images. *Інформаційні системи та технології: результати і перспективи (IST 2025)* : матеріали 2-ї Міжнар. наук.-практ. конф. Київ : Факультет інформаційних технологій КНУ імені Тараса Шевченка, 2025. С. 260–263. URL: https://ist.fit.knu.ua/_files/ugd/016074_b7bb48a91362486782d8fa1c7c88236b.pdf.

7. Терейковський О. І. Development of the architecture of the neural network model of biometric authentication based on the face and iris image. *POLIT. Challenges of Science Today* : abstracts of XXV Intern. Conf. of Higher Education Students and Young Scientists. Kyiv, 2025. P. 82–83. URL: https://nau.edu.ua/site/variables/docs/docsmenu/studnauka/polit2025/Polit-2025_FKNT.pdf.

8. Tereikovskiy I., Subach I., Tereikovskiy O., Tereikovska L., Toliupa S., Nakonechnyi V. Parameter definition for multilayer perceptron intended for speaker identification. *2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*. IEEE, 2019. P. 227–231. <https://doi.org/10.1109/ATIT49449.2019.9030504>. (*Scopus*).

9. Yudin O., Toliupa S., Korchenko O., Tereikovska L., Tereikovskiy I., Tereikovskiy O. Determination of signs of information and psychological influence in the tone of sound sequences. *2020 IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*. IEEE, 2020. P. 276–280. <https://doi.org/10.1109/ATIT50783.2020.9349302>. (*Scopus*).

10. Toliupa S., Kulakov Y., Tereikovskiy I., Tereikovskiy O., Tereikovska L., Nakonechnyi V. Keyboard dynamic analysis by AlexNet type neural network. *2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*. IEEE, 2020. P. 416–420. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235466>. (*Scopus*).

11. Tereikovskiy I., Tereikovska L., Kryvoruchko O., Tereikovskiy O., Tyshchenko D., Franchuk T. Speaker's emotions recognition module based on the GoogleLeNet neural network. *2022 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*. IEEE, 2022. P. 45–50. <https://doi.org/10.1109/SIST54437.2022.9945825>. (*Scopus*).

12. Корченко О. Г., Терейковський О. І. Neural network analysis of images : свідоцтво про авторське право на твір (комп'ютерна програма) № 123672. *Бюлетень № 80*, 2024. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1792165/>.

13. Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 186 сторінку друкованого тексту, з них анотації – на 8 стор., зміст – на 2 стор., основний текст – на 135 стор., список із 157 використаних джерел – на 18 стор., додатки – на 10 стор. Дисертація містить 32 рисунки та 8 таблиць.

14. Характеристика особистості здобувача. Під час підготовки дисертаційної роботи Терейковський О.І. проявив себе як творчий дослідник і науковець, здатний самостійно на високому науково-методичному рівні вирішувати наукові та практичні завдання. Він у повній мірі володіє сучасними методами аналізу, має належний рівень теоретичної та практичної підготовки.

15. Оцінка мови та стилю дисертації. Текст дисертації викладено грамотною мовою, логічно та послідовно. Матеріали дослідження викладені з дотриманням вимог наукового стилю. Дисертація оформлена згідно з вимогами Міністерства освіти і науки України.

16. Відповідність принципам академічної доброчесності.

Дисертація відповідає чинним принципам академічної доброчесності. У роботі відсутні ознаки плагіату чи безпідставних запозичень. Усі використані наукові результати, підходи, методи та твердження супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями.

Автор чітко відокремлює власні наукові здобутки від результатів попередніх досліджень інших учених. Представлені результати є достовірними та перевіреними, що підтверджено експериментальною перевіркою, апробацією на наукових конференціях, публікаціями у фахових виданнях та впровадженням у практику.

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 спеціалізованої вченої ради:

ГНАТЮК Сергій Олександрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Державного університету «Київський авіаційний інститут».

Рецензенти:

ФЕСЕНКО Андрій Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету комп'ютерних наук та технологій Державного університету «Київський авіаційний інститут».

ІЛЬЄНКО Анна Вадимівну, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри кібербезпеки Державного університету «Київський авіаційний інститут».

Офіційні опоненти:

ЛАХНО Валерій Анатолійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного університету біоресурсів і природокористування України.

ШИМКОВИЧ Володимир Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського.

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

У результаті попередньої експертизи дисертації Терейковського Олега Ігоревича повноти публікації основних результатів дослідження

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Терейковського Олега Ігоревича на тему «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури».

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Терейковського Олега Ігоревича відповідає спеціальності 125 «Кібербезпека» 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 березня 2016 року. № 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 «Нейромережеві методи та моделі біометричної автентифікації в інформаційних системах об'єктів критичної інфраструктури», подану Терейковським Олегом Ігоревичем на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології», за спеціальності 125 «Кібербезпека» до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

4. Рекомендувати Вченій раді КАІ клопотати про призначення:

Головою спеціалізованої вченої ради:

ГНАТЮКА Сергія Олександровича, д.т.н, професора, професора кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут».

Рецензентами:

ФЕСЕНКА Андрія Олексійовича, к.т.н, доцента, декана факультету комп'ютерних наук та технологій Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут».

ІЛЬСНКО Анну Вадимівну, к.т.н., доцента, завідувача кафедри кібербезпеки Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут».

Офіційними опонентами:

ЛАХНО Валерія Анатолійовича, д.т.н., професора, професора кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки Національного університету біоресурсів і природокористування України.

ШИМКОВИЧА Володимира Миколайовича, к.т.н., доцента, доцента кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації Терейковського Олега Ігоревича

«За» – 11

«Проти» – 0

«Утримались» - 0

Головуюча на засіданні:

завідувачка кафедри кібербезпеки КАІ,
к.т.н., доцент



Анна ІЛЬСНКО

Секретар засідання:

доцент кафедри кібербезпеки КАІ,
к.т.н.



Олена ВИСОЦЬКА

ПОГОДЖЕНО:

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



Сергій ГНАТЮК