

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Черкаського державного
технологічного університету

Олег ГРИГОР

2025 року

ВИСНОВОК

**Черкаського державного технологічного університету (далі – ЧДТУ)
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів**

дисертації БОЙКО НАТАЛІЇ ІВАНІВНИ

на здобуття науково ступеня доктора наук за спеціальністю

05.13.06 Інформаційні технології на тему

«МЕТОДОЛОГІЯ БАГАТОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ

МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ДАНИХ»,

затвердженої на засіданні вченої ради ЧДТУ

«21» квітня 2025 року, протокол № 9

ВИТЯГ

із протоколу № 9 фахового семінару

кафедри інформаційних технологій проектування

Черкаського державного технологічного університету

«20» травня 2025 року

**ПРИСУТНІ на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри
інформаційних технологій проектування:**

Прокопенко Т.О., д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних
технологій проектування;

Тесля Ю.М., д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних
технологій проектування;

Лавданська О.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних
технологій проектування;

Ланських Є.В., к.т.н., доцент, доцент інформаційних технологій
проектування;

Рудницький С.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних
технологій проектування;

Рудницька Ю.В., доктор філософії, асистент кафедри інформаційних
технологій проектування;

Катаєв Д.С., к.т.н., старший викладач кафедри інформаційних
технологій проектування;

Підкуйко О.І., доктор філософії, асистент кафедри інформаційних
технологій проектування;

Прокопенко В.А., асистент кафедри інформаційних технологій проектування.

ПРИСУТНІ на засіданні науково-педагогічні працівники інших кафедр ЧДТУ:

Фауре Е.В., д.т.н., професор, проректор з науково-дослідної роботи та міжнародних зв'язків, професор кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії;

Миронець І.В., к.т.н., доцент, учений секретар, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії;

Бабенко В.Г., д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії;

Базіло К.В., д.т.н., професор, професор кафедри приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій;

Бондаренко М.О., д.т.н., професор, завідувач кафедри приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій;

Голуб С.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем;

Данченко О.Б., д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу;

Лукашенко В.М., д.т.н., професор, завідувач кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем;

Палагін В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри робототехнічних і телекомунікаційних систем та кібербезпеки;

Федоров Є.Є., д.т.н., професор, професор кафедри статистики та прикладної математики.

СЛУХАЛИ: доповідь здобувача Бойко Наталії Іванівни на тему «Методологія багатовимірного аналізу мультимодальних даних», поданої на здобуття наукового ступеня доктора наук з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 05.13.06 Інформаційні технології.

Тему дисертаційного дослідження «Методологія багатовимірного аналізу мультимодальних даних» затверджено на засіданні вченої ради ЧДТУ «21» квітня 2025 року, протокол № 9 (наказ ЧДТУ від 22.04.2025 № 135/03-03).

Для детального ознайомлення з дисертацією вченою радою ЧДТУ (протокол № 10 від 19.05.2025, наказ ЧДТУ від 19.05.2025 № 164/03-03) були призначені рецензенти:

– **Прокопенко Тетяна Олександрівна**, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування;

- **Тесля Юрій Миколайович**, д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій проектування;
- **Данченко Олена Борисівна**, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу.

Головуючим на засіданні було обрано **Прокопенко Тетяну Олександрівну** – д.т.н., професора, завідувача кафедри інформаційних технологій проектування ЧДТУ.

У своїй доповіді здобувач виклав зміст дисертаційної роботи та визначив її суть та основні результати.

Дисертація містить науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, які в сукупності дозволяють розв'язати наукову проблему відсутності комплексних методів і засобів для прийняття медичних рішень на основі багатовимірної аналізу мультимодальних даних, які б одночасно враховували різноманітність джерел інформації, часову синхронізацію модальностей і багатокритеріальний характер клінічних рішень, а також методологічної фрагментарності існуючих підходів і неможливості їх інтеграції в єдину ефективну систему.

Розв'язувана проблема обумовлена комплексом науково-практичних викликів, що виникають у сфері аналізу мультимодальних медичних даних. В умовах стрімкого зростання обсягів і різноманітності медичної інформації виникає потреба у високоточних, адаптивних та оперативних засобах для прийняття ефективних рішень. На сьогодні відсутні універсальні комплексні методи та інформаційні технології, які могли б ефективно об'єднувати, синхронізувати та аналізувати дані, що надходять з різноманітних джерел.

Ця проблема ускладнюється низкою чинників, серед яких ключовими є гетерогенність джерел медичних даних, що включає різні формати, частоти дискретизації, рівні точності та структури, часову несинхронізованість модальностей, яка створює труднощі для порівняльного аналізу та об'єднання даних в один часовий простір, багатокритеріальний характер клінічних рішень, що вимагає врахування декількох взаємозалежних параметрів одночасно, фрагментарність існуючих підходів, які розглядають лише окремі аспекти аналізу даних і не забезпечують їх інтеграцію в єдину систему, а також високі вимоги до обчислювальних ресурсів, необхідних для обробки масштабних медичних наборів у режимі реального часу.

Таким чином, сукупність перелічених викликів формує актуальну науково-прикладну проблему, яка полягає в необхідності розробки методологічно обґрунтованої та технічно реалізованої інформаційної технології багатовимірної аналізу мультимодальних медичних даних. Така технологія має

забезпечити інтеграцію інформації на рівні даних, ознак і рішень, підвищення точності, надійності та швидкодії в процесах медичного аналізу, а також ефективну підтримку прийняття рішень у складних клінічних умовах.

ЗАПИТАННЯ ДО ЗДОБУВАЧА ТА ВІДПОВІДІ НА НИХ.

Запитання задавали:

- **Фауре Е.В.**, д.т.н., професор, проректор з науково-дослідної роботи та міжнародних зв'язків, професор кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії;
- **Тесля Ю.М.**, д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій проектування;
- **Прокопенко Т.О.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування;
- **Данченко О.Б.**, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу;
- **Ланських Є.В.**, к.т.н., доцент, доцент інформаційних технологій проектування;
- **Палагін В.В.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри робототехнічних і телекомунікаційних систем та кібербезпеки;
- **Федоров Є.Є.**, д.т.н., професор, професор кафедри статистики та прикладної математики.

На задані запитання здобувачем були дані обґрунтовані відповіді.

ВИСТУПИЛИ: *(обговорення дисертаційного дослідження)*

- **рецензент Прокопенко Т.О.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування;
- **рецензент Тесля Ю.М.**, д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій проектування;
- **рецензент Данченко О.Б.**, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу;
- **Фауре Е.В.**, д.т.н., професор, проректор з науково-дослідної роботи та міжнародних зв'язків, професор кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії;
- **Палагін В.В.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри робототехнічних і телекомунікаційних систем та кібербезпеки;
- **Федоров Є.Є.**, д.т.н., професор, професор кафедри статистики та прикладної математики.

Вони відзначили позитивні аспекти роботи, її актуальність, наукову новизну та практичну цінність.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації на тему «МЕТОДОЛОГІЯ БАГАТОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ДАНИХ»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора наук з галузі знань
12 Інформаційні технології за спеціальністю
05.13.06 Інформаційні технології

Актуальність теми дослідження та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.

Мультимодальні дані відкривають принципово нові горизонти для покращення якості аналітичних висновків, що має критичне значення для ефективного функціонування інформаційних систем і реалізації міждисциплінарних наукових досліджень. У цьому контексті зростає потреба у створенні інформаційної технології, яка здатна забезпечити повноцінний багатовимірний аналіз таких даних. Комплексний підхід до їх обробки дозволяє досягти високого рівня точності, адаптивності й релевантності у роботі з різномірними джерелами інформації.

Однак ефективний аналіз мультимодальних даних потребує не лише наявності потужних технічних засобів, але й впровадження концептуально обґрунтованих методологічних рішень. У цьому напрямі важливе місце займає підхід, який закладає теоретичні основи для розробки інноваційних інформаційних технологій, спроможних відповідати на сучасні виклики. Цей підхід передбачає створення нових моделей і методів, здатних функціонувати за умов високого інформаційного навантаження, забезпечуючи при цьому надійність, масштабованість і гнучкість прийнятих рішень. Такий підхід відкриває перспективи впровадження інформаційних систем нового покоління, ефективних у складних, динамічних середовищах. Проте його реалізація вимагає не лише технічної модернізації, а й глибокого наукового переосмислення засад аналізу та обробки даних. У цьому контексті він виступає стратегічно важливим засобом досягнення оптимального балансу між продуктивністю, точністю й адаптивністю систем.

Одним із основних завдань у цій сфері є забезпечення масштабованості інформаційних технологій, які працюють з мультимодальними даними. Для цього використовують методи багатовимірної аналізу, що дозволяють фокусуватися на інформативних даних, знижуючи зайве навантаження на систему та підвищуючи її ефективність.

Водночас міждисциплінарний характер дослідження відкриває широкі можливості для інтеграції новітніх інформаційних технологій – зокрема, штучного інтелекту, машинного навчання та засобів обробки великих даних.

Методи глибинного навчання, що використовуються в таких сферах, як візуальна діагностика, обробка медичних записів чи моніторинг біосигналів, потребують значних обчислювальних ресурсів. Застосування принципів багатокритеріального вдосконалення дозволяє досягти збалансованості між точністю прогнозів, швидкістю обробки та раціональним використанням ресурсів, що є особливо важливим для систем безперервного моніторингу стану пацієнтів.

Таким чином, подальший розвиток інформаційних технологій, орієнтованих на обробку мультимодальних даних у медичному середовищі, супроводжується зростаючим протиріччям між потребою у високій точності, швидкодії та адаптивності з одного боку, та обмеженими можливостями традиційних рішень – з іншого. Це актуалізує потребу у створенні нових методологічних засад, здатних забезпечити не лише інтеграцію даних з різноманітних джерел, а й побудову масштабованих, ефективних систем підтримки прийняття рішень у сфері охорони здоров'я.

Дисертаційне дослідження здійснювалося в межах комплексного наукового напряму кафедри системи штучного інтелекту Національного університету «Львівська політехніка», а саме: «Методи та засоби обробки, консолідації та аналізу персоналізованої медичної інформації», та є складовою частиною проєктів, які виконувалися в межах держбюджетних науково-дослідних робіт: «Інформаційні технології формування психофізичного портрета в умовах стресових ситуацій» (номер державної реєстрації №0120U102194); «Технології та системи оброблення і зберігання персоналізованих військових медичних даних» (номер державної реєстрації №0121U107809); «Розроблення інформаційної технології оцінювання та прогнозування надійності програмного забезпечення методами машинного навчання» (номер державної реєстрації №0121U109527); «Методи та засоби штучного інтелекту для запобігання поширенню туберкульозу у військовий час» (номер державної реєстрації №0124U000660) та госпдоговірних тем «Машинне навчання для вивчення біомаркерів старіння людини для збільшення тривалості життя» (№ 896-2022); «Розроблення методу визначення важливих характеристик з існуючих баз даних» (№ 896-2022); Проєкт Національного Фонду Досліджень України «Методи та засоби дослідження маркерів старіння та їх впливу на постковідні ефекти для подовження працездатного періоду» (номер державної реєстрації № 2021.01/0103).

Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації.

Наукова новизна полягає у вирішенні важливої науково-прикладної проблеми розроблення методології багатовимірному аналізу мультимодальних

даних, що дало змогу розробити інформаційну технологію для автоматизованої обробки, інтеграції та інтерпретації різнорідної інформації й забезпечило подальший розвиток цього наукового напрямку. Отримано такі нові наукові результати:

вперше:

- запропонована концепція аналізу мультимодальних даних, яка полягає у виділенні ознак для кожної модальності та їх об'єднанні в єдиний багатовимірний простір ознак, яка, на відміну від існуючих, забезпечує формування окремих множин ознак із різних модальностей для розробки методів класифікації станів пацієнта, що дозволяє підвищити інформативність масивів вхідних даних та збільшити кількість правильно класифікованих станів;
- сформульовано принципи багатовимірного аналізу мультимодальних даних, які полягають в інтеграції різнорідних ознак та модальних моделей у єдиній інформаційній технології, що забезпечує підвищення точності, надійності та адаптивності класифікаційних систем в умовах гетерогенності та неповноти медичних даних.
- розроблено метод інтеграції модальних даних, який полягає у поєднанні цих даних за певними ознаками, що, на відміну від існуючих будує точки спостереження шляхом адаптивного, погодженого та поетапного об'єднання даних із різних модальностей в єдиний вектор та поєднання цих векторів, що дозволяє створити із окремих точок спостереження за пацієнтом спільний масив вхідних даних та формувати модель-класифікатор;
- розроблено метод побудови мультимодальної моделі, який полягає у побудові моделей окремих модальностей та використанні результатів моделювання для класифікації станів пацієнта, який на відміну від існуючих, інтегрує результати моделювання в єдину ієрархічну структуру, що дозволяє підвищити кількість правильно класифікованих станів пацієнта.

Одержали подальший розвиток:

- метод вибору інформативних ознак, адаптований до гетерогенності джерел мультимодальних даних, завдяки формуванню багатовимірного ознакового простору з урахуванням їх кореляційної узгодженості, що дозволяє підвищити стійкість моделей машинного навчання.

Удосконалено:

- метод оцінювання ефективності аналізу мультимодальних даних, шляхом порівняння результатів експериментів за точністю, повнотою, F1-метрикою, часом обробки та стабільністю роботи моделей, що дає змогу об'єктивно визначати переваги запропонованої технології,

збільшувати кількість правильно класифікованих станів та забезпечувати адаптацію системи до клінічних умов.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані автором у дисертаційній роботі, повністю відповідають вимогам, що висуваються до досліджень такого рівня. Вони ґрунтуються на всебічному аналізі наукових джерел, критичному осмисленні ідей провідних вітчизняних і зарубіжних учених, а також на використанні широкого спектра загальнонаукових і спеціальних методів дослідження, зокрема математичного моделювання, концептуального аналізу, багатовимірної статистики, методів машинного навчання та сучасних інформаційних технологій. Таке поєднання теоретичних і прикладних підходів забезпечило глибину дослідження, наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів.

У роботі використано значну кількість джерел інформації, наведено дані про апробацію результатів на науково-практичних конференціях та впровадження розробок автора у практичну діяльність органів державної та законодавчої влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій.

У цілому наукові результати, отримані в дисертації, є достовірними, науково обґрунтованими та доказовими, що підтверджується як внутрішньою логікою дослідження, так і узгодженістю із загальноновизнаними підходами у сфері інформаційних технологій. Валідність результатів забезпечено завдяки ретельному використанню аналітичного апарату, репрезентативному вибору даних, застосуванню апробованих методів та багаторазовій верифікації отриманих висновків у рамках експериментального моделювання й реальних прикладних задач. Застосування результатів у науковій і практичній діяльності підтверджено актами впровадження, що додатково засвідчує їхню ефективність і практичну цінність.

Наукове значення роботи.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає в системному розвитку теоретичних і прикладних засад сучасних інформаційних технологій шляхом створення нових моделей, методів та інструментів багатовимірного аналізу мультимодальних даних. Робота робить внесок у розробку інтелектуальних технологій обробки великих та складно структурованих даних, що поєднують різні типи інформації, що є особливо актуальним у медицині.

Наукова новизна полягає у запропонованих автором концептуальних підходах до інтеграції методів машинного навчання, математичного моделювання та статистичного аналізу в єдину методологічну основу, що

дозволяє ефективно виявляти приховані закономірності в даних, підвищувати точність прогнозування та обґрунтованість прийнятих рішень. Створені в роботі моделі, методи та засоби мають високу теоретичну цінність і можуть бути адаптовані до реальних умов функціонування складних інформаційних систем.

Крім того, результати дослідження спрямовані на удосконалення процесів обробки, інтеграції та інтерпретації великих обсягів гетерогенних даних, зокрема в контексті медичних застосувань, що є актуальним завданням сучасної науки. Запропоновані підходи сприяють розширенню наукових уявлень про ефективне використання машинного навчання, математичного моделювання та аналітичних технологій у складних прикладних доменах. Розроблені методи можуть бути адаптовані для вирішення широкого кола завдань у сфері інтелектуального аналізу даних, що забезпечує потенціал для подальших наукових досліджень і практичного впровадження.

Практичне значення та використання результатів роботи полягає в тому, що сформульовані теоретичні положення, висновки і практичні рекомендації адаптовані умов розвитку інформаційного суспільства і використовуються фахівцями-практиками, органами публічної влади та громадськими організаціями, усіма зацікавленими сторонами, які опікуються проблемами цифровізації охорони здоров'я, оптимізації процесів медичної аналітики, підвищення якості медичних послуг та розвитку інформаційної інфраструктури в галузі медицини. Запропоновані підходи можуть бути впроваджені у клінічну практику, інформаційні системи медичних закладів, науково-дослідну та освітню діяльність, а також у процеси прийняття стратегічних рішень у сфері медичних технологій.

Практично вагомими вважаються такі результати:

- методика оптимізації системи захисту мультимодальних медичних даних, яка забезпечує підвищення інформаційної безпеки та зменшення ризиків витоку критично важливої медичної інформації;
- методика використання інформаційної технології багатовимірного аналізу даних для підтримки прийняття медичних рішень, що дозволяє ефективно інтегрувати та аналізувати дані з різномірних джерел у реальному часі;
- алгоритм динамічної синхронізації медичних сигналів, який покращує точність часової прив'язки між модальностями та сприяє коректній інтерпретації клінічних подій;
- технологія інтеграції структурно неоднорідної інформації, реалізована на платформі Apache Spark, що дозволяє обробляти до 50 000 записів одночасно;

- рекомендації щодо впровадження розроблених підходів у закладах охорони здоров'я, які спрямовані на підвищення ефективності та якості медичних послуг.
- інформаційна технологія багатовимірного аналізу мультимодальних медичних даних, розроблена з урахуванням специфіки окремих модальностей та характеру їхньої взаємодії у медичному контексті.

Основні теоретичні положення, сформульовані висновки та рекомендації дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Моделювання систем», «Алгоритмізація та програмування» для підготовки фахівців за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» (бакалаврський рівень вищої освіти) Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького (акт впровадження від 30.04.2025 р.), а також дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних» і «Системи підтримки прийняття рішень» (спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», бакалаврський рівень) та дисципліни «Інтелектуальні системи аналізу даних та підтримки прийняття рішень» (спеціальність 073 «Менеджмент», освітньо-наукова програма «Управління проектами», PhD рівень Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (акт впровадження від 01.05.2025 р.).

Розроблену інформаційну технологію підтримки прийняття рішень на основі багатовимірного аналізу мультимодальних даних було впроваджено у практичну діяльність низки підприємств шляхом використання відповідної інформаційної системи, створеної на основі авторської методології. Зокрема, впровадження здійснено у ПП “Квадро-Альянс” (акт впровадження від 29.04.2025 р.), ТОВ “ХВАК ЮНІТ” (акт впровадження від 29.04.2025 р.), ДП “Бумеранг-Комфорт” (акт впровадження від 01.05.2025 р.), ТОВ “ЗБАРАЖ АГРО-ТРЕЙД” (акт впровадження від 28.04.2025 р.), ТОВ “ІНТЕЛДІМ” (акт впровадження від 29.04.2025 р.).

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Дисертація Бойко Н.І. 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.

Найважливіші ідеї, висновки, рекомендації, отримані в дисертації, оприлюднені на наукових та науково-практичних конференціях, у тому числі міжнародних, всеукраїнських та за міжнародною участю: International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies

(CSIT), Lviv, Ukraine, 2016, 2018, 2019; International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2018; 10th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN), 2019; International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM), Växjö, Sweden, 2020, 2021; International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems (CITRisk 2021), co-located with XXI International Conference on Information Technologies in Education and Management (ITEM 2021), Kherson, Ukraine, 2021; International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 2021; International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS), Zaporizhzhia, Ukraine, 2022; International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IIT&IS), Khmelnytskyi, Ukraine, 2022.

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено у 60 наукових працях, із них: 16 статей опубліковано у виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS, з них: 4 статті опубліковано в журналах з Q1-Q2, 10 статей – в журналах з Q3-Q4, 3 статті – опубліковано у виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази даних Web of Science Core Collection, 14 публікацій – в наукових фахових виданнях України; 1 публікація у закордонному науковому виданні; 12 публікацій – матеріали конференцій, 11 з яких – у виданнях, що індексуються в наукометричній базі даних SCOPUS. Також опубліковано 9 монографій, 1 з яких – одноосібна, а також 3 навчальних посібники та 5 авторських свідоцтва на твір.

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:

[1]. Boyko N. Application of mathematical models for improvement of “cloud” data processes organization. Scientific journal «Mathematical Modeling and Computing». 2016. Vol. 3 No. 2. P. 111-119. (0,36 д.а.) DOI: <https://doi.org/10.23939/mmc2016.02.111>. ISSN: 2312-9794 (індексована в наукометричній базі Scopus)

[2]. Boiko N. Advanced technologies of big data research in distributed information systems. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2018. № 4. P. 66-77. (0,45 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2017-4-8>. ISSN 1607-3274 (індексована в наукометричній базі Web of Science (Q4 by Journal Citation Report))

[3]. Boyko N. Models and Algorithms for Multimodal Data Processing. WSEAS Transactions on Information Science and Applications. 2023. Vol. 20. Art. № 11. P. 87-

97. (0,45 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.37394/23209.2023.20.11>. ISSN: 1790-0832 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q4 by Scimago Journal & Country Rank))

[4]. Boyko N. Data Interpretation Algorithm for Adaptive Methods of Modeling and Forecasting Time Series, WSEAS Transactions on Mathematics. 2023. Vol. 22. Art. №43. P. 359-372. (0,6 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.37394/23206.2023.22.43>. ISSN: 1109-2769 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q2 by Scimago Journal & Country Rank))

[5]. Boyko N. Application of Adaptive and Multiplicative Models for Analysis and Forecasting of Time Series. International Journal of Computing. 2023. Vol. 22(2). P. 202-211. (0,4 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.47839/ijc.22.2.3089>. ISSN 1727-6209 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q4 by Scimago Journal & Country Rank))

[6]. Vyklyuk Ya., Nevinskyi D., Boyko N. GeoCity—a New Dynamic-Spatial Model of Urban Ecosystem. J. Geogr. Inst. Cvijic. 2023. Vol. 73(2). P. 187–203. (0,72). DOI: <https://doi.org/10.2298/IJGI2302187V>. ISSN 2683-3867 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q3 by Scimago Journal & Country Rank))

Особистий внесок автора полягає у розробленні алгоритмів обробки геопросторових даних з використанням методів просторової кластеризації, інтерполяції та часової сегментації та становить 0,35 д.а.

[7]. Boyko N., Lukash O. Methodology for Estimating the Cost of Construction Equipment Based on the Analysis of Important Characteristics Using Machine Learning Methods. Journal of Engineering. 2023. Vol. 2023. Art. 8833753. P. 27. (1,2 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.1155/2023/8833753>. ISSN 2314-4904 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q2 by Scimago Journal & Country Rank))

Особистий внесок автора полягає у аналізі значущості ознак (feature importance) з метою виявлення важливих ознак; створенні програмного прототипу для вводу технічних характеристик обладнання для їх автоматичної оцінки та становить 0,85 д.а.

[8]. Boyko N.I., Mykhailyshyn V.Yu. K-NN's Nearest Neighbors method for classifying text documents by their topics. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2023. № 3. P. 83-97. (0,63 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2023-3-9>. ISSN 1607-3274 (індексована в наукометричній базі Web of Science (Q4 by Journal Citation Report))

Особистий внесок автора полягає у адаптації методу найближчих сусідів (k-NN) для задач класифікації текстових документів за тематикою з урахуванням особливостей української та англійської мов та становить 0,5 д.а.

[9]. Boyko N. Models of binary classification of the semantic colouring of texts. Innovaciencia. 2023. Vol. 11(1). P. 1-23. (1 д.а.). DOI:

<https://doi.org/10.15649/2346075X.3553>. E- ISSN: 2346-075X (індексована в наукометричній базі Scopus (Q4 by Scimago Journal & Country Rank))

[10]. Boyko N. The model of backpropagation algorithm realization in parallel mode for big data solutions. Journal of the Balkan Tribological Association. 2023. Vol. 29. Issue 5. P. 689–704. (0,68 д.а.) ISSN 1310-4772. URL: <https://scibulcom.net/en/article/gfGV3mMkYgTAEk60Qczd> (індексована в наукометричній базі Scopus (Q4 by Scimago Journal & Country Rank))

[11]. Boyko N. Evaluating Binary Classification Algorithms on Data Lakes Using Machine Learning. Revue d'Intelligence Artificielle. 2023. Vol. 37(6). P. 1423–1434. (0,5 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.18280/ria.370606>. ISSN: 0992-499X (індексована в наукометричній базі Scopus (Q4 by Scimago Journal & Country Rank))

[12]. Vyklyuk Y., Semianiv I., Nevinskyi D., Todoriko L., Boyko N., Applying geospatial multi-agent system to model various aspects of tuberculosis transmission. New Microbes and New Infections. 2024. Vol. 59. P. 101417. () DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2024.101417>. (0,31 д.а.). ISSN: 2052-2975 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q2 by Scimago Journal & Country Rank))

Особистий внесок автора полягає у розроблені інтеграції алгоритмів агентного моделювання з медико-статистичними даними, що дозволило врахувати поведінкові характеристики населення, мобільність і регіональні особливості та становить 0,12 д.а.

[13]. Boyko N. Overview of multimodal data and its application to fake-news detection. Jordanian Journal of Computers and Information Technology (JJCIT). 2024. Vol. 10. No. 03. P. 281-293. (0,54 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.5455/jjcit.71-1709201313>. ISSN 2415-1076 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q3 by Scimago Journal & Country Rank))

[14]. Boyko N., Kovalchuk R. Detection of anomalies and Data Drift in a time-series dismissal prediction system. Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics. 2024. Vol. 5. No. 3. P. 229-251. (1 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.30880/ijcsm.2024.05.03.12>. ISSN: 2788-7421. URL: <https://ijcsm.researchcommons.org/ijcsm/vol5/iss3/20> (індексована в наукометричній базі Scopus (Q2 by Scimago Journal & Country Rank))

Особистий внесок автора полягає у розробці комбінованої аналітичної моделі, яка поєднує методи контролю стабільності розподілу з інструментами автоматичного виявлення аномалій, зокрема Isolation Forest і Autoencoder; визначенні критеріїв деградації моделей прогнозування при змінах у розподілах даних та становить 0,65 д.а.)

[15]. Boyko N., Kachmaryk V. Forecasting Stochastic Time Series using Reinforcement Learning. International Journal of Artificial Intelligence. 2024. Vol. 22(2). P. 1-28. (1,23 д.а.). ISSN 0974-0635. URL: <http://www.ceser.in/ceserp/index.php/ijai/article/view/6991> (індексована в наукометричній базі Scopus (Q3 by Scimago Journal & Country Rank))

Особистий внесок автора полягає у розробці методології прогнозування стохастичних часових рядів із використанням алгоритмів навчання з підкріпленням, з акцентом на адаптивність до нестабільних і непередбачуваних даних та становить 0,8 д.а.

[16]. Boyko N. Study of Multimodal Identification Algorithms using Modern Methods and Tools of Multivariate Analysis. Journal of Ecohumanism. 2024. 3(5). P. 99–114. (0,68 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.62754/joe.v3i5.3877>. ISSN 2752-6798 (індексована в наукометричній базі Scopus)

[17]. Boyko N. Data Processing and Optimization in the Development of Machine Learning Systems: Detailed Requirements Analysis, Model Architecture, and Anti-Data Drift Strategies. Journal of Applied Data Sciences. 2024. Vol. 5(3). P. 1110-1122. (0,54 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.47738/jads.v5i3.278>. ISSN 2723-6471 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q3 by Scimago Journal & Country Rank))

[18]. Boyko, N. The Comprehensive Model of Using In-Depth Consolidated Multimodal Learning to Study Trading Strategies in the Securities Market. Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision Making. ISDMCI 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. 2023. Vol. 149. P. 126–147. (0,95 д.а.). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-16203-9_8. ISSN 2367-4512, 2367-4520 (індексована в наукометричній базі Scopus (Q4 by Scimago Journal & Country Rank))

[19]. Boyko N. I., Rabotiahov D. S. Modeling of the spread of tuberculosis by regions in Ukraine. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2024. Vol. 4. P. 41–55. (0,63 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2024-4-4>. ISSN 1607-3274 (індексована в наукометричній базі Web of Science (Q4 by Journal Citation Report))

Особистий внесок автора полягає у розробці математичної моделі просторово-часового поширення туберкульозу, яка враховує регіональні особливості епідеміологічної ситуації в Україні та становить 0,4 д.а.

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України:

[20]. Бойко Н.І. Методи та інструменти моделювання інформаційних процесів. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Інформаційні системи та мережі.* № 805. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. С. 361-368. (0,31 д.а.). ISSN: 2524-065X. URL: <https://science.lpnu.ua/uk/sisn/vsi-vypusky/vypusk-805-2014/metody-ta-instrumenty-modelyuvannya-informaciynyh-procesiv>. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України)

[21]. Бойко Н.І. Багатовимірне подання даних для управління ІТ-проектами. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Інформаційні системи та мережі.* № 814. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. С. 387-395. (0,36 д.а.). ISSN: 2524-065X. URL: <https://ena.lpnu.ua/items/196e3ab0-679e-47b8-9900-5d36131482dd>. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України)

[22]. Бойко Н.І. Еволюція побудови архітектур інформаційних систем. Перспективи розвитку "хмарної" архітектури. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Інформаційні системи та мережі.* № 832. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. С. 348-368. (0,9 д.а.). ISSN: 2524-065X. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/jun/12945/24-348-367.pdf>. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України)

[23]. Бойко Н.І. Аналіз парадигми Semi-supervised learning для класифікації мультимодальних даних. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Математика і інформатика».* № 39(2). 2021. С. 125–144. (0,86 д.а.). DOI: [https://doi.org/10.24144/2616-7700.2021.39\(2\).125-144](https://doi.org/10.24144/2616-7700.2021.39(2).125-144). ISSN 2616-7700. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України)

[24]. Бойко Н. І., Шаховська Н. Б., Михайлишин В. Ю. Розроблення методу класифікації користувачів за рівнем стресостійкості з використанням модифікованої автоасоціативної нейронної мережі. *Вісник Хмельницького національного університету.* № 6(303). 2021. С. 64-68. (0,18 д.а.) DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2021-303-6-64-68>. ISSN 2307-5732. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробці методу автоматичної класифікації користувачів за рівнем стресостійкості та становить 0,1 д.а.

[25]. Boyko N. Research into machine learning algorithms for the construction of mathematical models of multimodal data classification problems. *Journal "Computational Problems of Electrical Engineering"*. Vol. 11. №2. 2021. P. 1-11. (0,45 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.23939/jcpee2021.02.001>. ISSN: 2224-0977. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

[26]. Бойко Н.І., Качмарик В. Побудова моделей для прогнозування часових рядів застосовуючи мережі довгострокової пам'яті. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Математика і інформатика»*. Т. 40. №1. 2022. С. 131-147. (0,72 д.а.). DOI: [https://doi.org/10.24144/2616-7700.2022.40\(1\).109-125](https://doi.org/10.24144/2616-7700.2022.40(1).109-125). ISSN 2616-7700. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробленні моделей прогнозування часових рядів на основі архітектур LSTM (Long Short-Term Memory), орієнтованих на роботу з нестабільними та нелінійними даними та становить 0,5 д.а.

[27]. Boyko N., Muzyka M. Methods of analysis of multimodal data to increase the accuracy of classification. *Scientific Journal: Applied Aspects of Information Technology*. Vol. 5. № 2. 2022. P. 147-160. (0,59 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.05.2022.11>. ISSN 2617-4316. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробленні підходів до інтегрованого аналізу мультимодальних даних (текстових, числових, візуальних, сенсорних) з метою підвищення точності класифікації в складних умовах та становить 0,4 д.а.

[28]. Бойко Н. І., Блажевський С. Г. Методика визначення структури моделі оптимальної складності. *Вісник Хмельницького Національного Університету. Серія: Технічні науки*. № 2(307). 2022. С. 7-13. (0,27 д.а.). URL: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-307-2-7-13>. ISSN 2307-5732. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробленні методики формування моделей із балансом між складністю та точністю, орієнтованої на задачі машинного навчання та моделювання систем та становить 0,17 д.а.

[29]. Boyko N., Petrovskiy O. Methods of classification of machine learning for construction of mathematical models on multimodal DATA. *Вісник Хмельницького Національного Університету. Серія: Технічні науки*. № 2(307).

2022. С. 25-32. (0,32 д.а.). URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-307-2-25-32>. ISSN 2307-5732. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у систематизації методів машинного навчання, що застосовуються для побудови математичних моделей на основі мультимодальних даних (текстових, числових, зображень, сенсорних сигналів та становить 0,2 д.а.

[30]. Бойко Н. І., Газдюк К. П. Порівняння регресійних моделей за наявності викидів у наборі різнотипових даних. *Науковий вісник НЛТУ України*. Т. 33. № 2. 2023. С. 84-91. (0,32 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.36930/40330212>. ISSN 5-7763-2435-1. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у аналізі впливу викидів (аномальних значень) на точність різних регресійних моделей, побудованих на даних із змішаними типами ознак (числові, категоріальні, порядкові) та становить 0,2 д.а.

[31]. Бойко Н., Левицький Б. Алгоритми тренування та оцінки моделей машинного навчання для структурованого набору даних. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. Вип. 3. 2023. С. 3-12. (0,4 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-3-1>. ISSN 2786-507X. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробці та апробовано алгоритми навчання моделей машинного навчання на структурованих наборах даних із табличною формою представлення та становить 0,25 д.а.

[32]. Boyko N. I., Kurylo V. Medical data classification algorithm for oncology prediction. *Systems and Technologies*. 66(2). 2023. P. 21-31. (0,45 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-6643-2023.2-66.3>. ISSN 2521-6643. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробці підбору релевантних медичних ознак, включаючи біохімічні показники, історію хвороби, спадковість, демографічні дані та результати скринінгу та становить 0,2 д.а.

[33]. Boyko N., Kovalchuk R. Data update algorithms in the Machine Learning System. *Computer Systems and Information Technologies*. Vol. 1. 2023. P. 6–13. (0,32 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.31891/csit-2023-1-1>. ISSN 2710-0766. Фахове видання

категорії Б (включене до Index Copernicus, Directory of Open Access Scholarly Resources, Google Scholar, Наукова періодика України).

Особистий внесок автора полягає у розробці алгоритму оновлення навчальної вибірки без втрати продуктивності моделі, з використанням механізмів буферизації, відбору важливих зразків і контролю якості та становить 0,2 д.а.

Статті у закордонних наукових виданнях:

[34]. Boyko N., Slobodian P. Application of Machine Learning Methods for Enhancing the Quality of Medical Audio Recordings: Comparative Analysis of Classical and Modern Approaches. *International Journal of Computer Applications*. Vol. 186, №69. 2025. P. 31-43. (0,55 д.а.) DOI: <https://doi.org/10.5120/ijca2025924502>. ISSN 0975 – 8887 (включене до Google Scholar).

Особистий внесок автора полягає у формалізації задачі підвищення якості медичних аудіозаписів шляхом застосування методів машинного навчання, виборі та обґрунтуванні критеріїв для порівняння класичних (спектральних фільтрів) та сучасних підходів (нейромережевих автоенкодерів), а також у розробці методики оцінювання результатів за метриками SNR, PESQ та інтерпретованості для клінічного середовища та становить 0,35 д.а.

Монографії (розділи у колективних монографіях):

[35]. Boyko N. Machine learning on data lake: Monograph. – Beau Bassin. Mauritius: LAP Lambert Academic Publishing, 2018. – 178 p. (8,09 д.а.). ISBN: 13 978-613-9-83668-0

[36]. Boyko N. Mochurad L.I. Modeling of discrete mathematics' problems: Monograph. – Beau Bassin, Mauritius: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. – 195 p. (8,86 д.а.). ISBN: 13 978-620-0-08172-8

Особистий внесок автора полягає у дослідженні та моделюванні прикладних задач дискретної математики з акцентом на алгоритмічну реалізацію і практичне застосування в інформаційних технологіях та становить 7,5 д.а.

[37]. Mochurad L.I., Boyko N.I. Practical Numerical Methods: Algorithms and Programs: Monograph. – Lviv: Publishing House “Bona”, 2019. – 204 p. (9,27 д.а.). ISBN: 978-617-7815-08-1.

Особистий внесок автора полягає у розробленні та описі чисельних методів, алгоритмів і програмних реалізацій для розв'язання прикладних задач у технічних та природничих науках та становить 7,5 д.а.

[38]. Mochurad L.I., Boyko N.I. Technologies of distributed systems and parallel computation : Monograph. – Lviv: Publishing House “Bona”, 2020. – 261p. (11,86 д.а.). ISBN: 978-617-7815-25-8

Особистий внесок автора полягає у дослідженні теоретичних засад, архітектурних рішень та практичних аспектів реалізації розподілених систем і технологій паралельних обчислень та становить 8 д.а.

[39]. Boyko N. Software approach to creating a layout with dynamic interfaces. Theoretical aspects of modern engineering: Collective monograph. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. – P. 78-83. (0,23 д.а.). ISBN: 979-8-88722-619-4. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2020.MONO.TECH.III>

[40]. Boyko N. The use of cloud technologies at the open information systems : Колективна монографія. – На шляху до індустрії 4.0: Інформаційні технології, моделювання, штучний інтелект, автоматизація. – Одеса «Астропринт», 2021. – С. 300-317. (0,77 д.а.) ISBN: 978-966-927-702-2.

[41]. Boyko N. Creation of information systems using power algorithms / Technical research and development: Collective monograph. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2021. – Pp. 80-85. (0,23 д.а.). ISBN: 978-1-63732-136-2. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.I>

[42]. Boyko N. Scientific foundations of solving engineering tasks and problems: Collective monograph – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2021. Pp. 292-300. (0,36 д.а.). ISBN: 978-1-63848-664-0. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.II>

[43]. Бойко Н.І. Порівняльний аналіз моделей прогнозування часових рядів для мультимодальних даних: 10- th volume of the international collective monograph Czech Republic Modern aspects of science. Mezinárodní Ekonomický Institut. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut, 2021. – С. 187- 205. (0,81 д.а.).

URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://expertise.odessa.ua/wp-content/uploads/2025/02/%D0%A5%D0%BE%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B3%D1%96%D0%BD_2021.pdf

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

[44]. Бойко Н.І. Технології обробки інформації у динамічних системах. Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики. Збірник наукових праць. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. – С. 37-40. (0,14 д.а.) URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://apamcs.lnu.edu.ua/tmp/APAM-CS-2016.pdf>

Особистий внесок автора полягає у розробленні методичного підходу до застосування хмарних сервісів для обробки інформаційних потоків у розподілених системах та становить 0,08 д.а.

[45]. Boyko N. A look trough methods of intellectual data analysis and their applying in informational systems. *XIth International Scientific and Technical Conference Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 2016. – Pp. 183-185). (0,09 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2016.7589901>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7589901> (індексована в наукометричній базі Scopus)

[46]. Boyko N., Kryvenchuk Yu. Application of Cloud Services for Processing of Information Flows. *Problems of Infocommunications Science and Technology, International Scientific-Practical, PIC S&T`2018*, (October 9-12, 2018, Kharkiv, Ukraine), 2018. – Pp. 243–247. (0,18 д.а.). ISBN: CFP18PIA-POD 978-1-5386-6612-8. URL: <https://easychair.org/publications/preprint/vSDr> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у розробленні методичного підходу до застосування хмарних сервісів для обробки інформаційних потоків у розподілених системах та становить 0,08 д.а.

[47]. Boyko N., Shakhovska N., Zasoba Ye., Shvorob I., Dupak B. Big Data Processing Technologies in Distributed Information Systems Prospects for Using Cloud Data Warehouses in Information Systems. *IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, (September 2018), 2018. (0,18 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526745>.

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919317478?via%3Dihub> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні можливостей використання технологій обробки Big Data в розподілених інформаційних системах з урахуванням специфіки хмарних сховищ даних та становить 0,08 д.а.

[48]. Kunanets N., Vasiuta O., Boiko N. Advanced Technologies of Big Data Research in Distributed Information Systems. *Proceedings of the 14th International conference "Computer sciences and Information technologies" (CSIT 2019)*. (Lviv, Ukraine, September 17-20), 2019. - Pp. 71-76. (0,23 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2019.8929756>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8929756> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні та узагальненні сучасних технологій обробки Big Data в умовах розподілених інформаційних систем та становить 0,11 д.а.

[49]. Shakhovska N., Boyko N., Zasoba Y., Benova E. Big data processing technologies in distributed information systems. *Procedia Computer Science: 10th International conference on emerging ubiquitous systems and pervasive networks (EUSPN-2019)*, 2019. – Pp. 561–566. (0,23 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.047>. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.procs.2019.11.047> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні принципів організації розподіленої обробки великих даних (Big Data) та адаптації сучасних технологій до потреб інформаційних систем з високими вимогами до продуктивності та масштабованості та становить 0,18 д.а.

[50]. Boyko N., Tkachuk N. Processing of Medical Different Types of Data Using Hadoop and Java MapReduce. *The 3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2020)*, (Växjö, Sweden, November 19-21), 2020. - Pp. 405-414. (0,41 д.а.). URL: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ceur-ws.org/Vol-2753/short15.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні та реалізації підходів до обробки різнорідних медичних даних із використанням технологій Hadoop та моделі програмування MapReduce на мові Java та становить 0,35 д.а.

[51]. Boyko N., Dosiak I. Analysis of Machine Learning Algorithms for Classification and Prediction of Heart Disease. *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2021)*, (Valencia, Spain, November 19 – 21), 2021. – Pp. 233-249. (0,72 д.а.). URL: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ceur-ws.org/Vol-3038/paper15.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у проведенні порівняльного аналізу алгоритмів машинного навчання для задач класифікації та прогнозування серцево-судинних захворювань та становить 0,55 д.а.

[52]. Boyko N., Hrynyshyn A. Using Recurrent Neural Network to Noise Absorption from Audio Files. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems (CITRisk 2021) co-located with XXI International Conference on Information Technologies in Education and Management (ITEM 2021)*, (Kherson, Ukraine, September 16-17), 2021. – Pp. 227–240. (0,59 д.а.) URL: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ceur-ws.org/Vol-3101/Paper15.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні можливостей використання рекурентних нейронних мереж (RNN) для приглушення шумів в

аудиофайлах у задачах попередньої обробки звукових сигналів. Автор провела аналіз джерел і типів шумів, характерних для акустичних даних, зокрема у сфері телекомунікацій та медичної акустики, та обґрунтувала доцільність застосування RNN для моделювання тимчасових залежностей у звукових сигналах та становить 0,4 д.а.

[53]. Boyko N., Muzyka M. Analysis of Multimodal Data for Classification Problems by Using Methods of Machine Learning. *IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021. – Pp. 525-534. (0,41 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.1109/PICST54195.2021.9772203>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9772203> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні методів машинного навчання для аналізу мультимодальних даних у задачах класифікації та становить 0,2 д.а.

[54]. Boyko N., Mykhailyshyn V. Model of Finding Associative Rules in Inhomogeneous Data of Semantic Networks. *Proceedings of The Fifth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2022)*, (Zaporizhzhia, Ukraine, May 12), 2022. – Pp. 58-67. (0,41 д.а.). DOI: <https://doi.org/10.32782/cmisis/3137-5>. URL: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://ceur-ws.org/Vol-3137/paper11.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у розробленні моделі виявлення асоціативних правил у неоднорідних даних, що представлені у вигляді семантичних мереж та становить 0,2 д.а.

[55]. Boyko N., Mykhailyshyn V. Methods of Searching for Associative Rules for Inhomogeneous Data in Semantic Networks. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security*, (Khmelnyskyi, Ukraine, March 23–25), 2022. – Pp. 54-71. (0,77 д.а.). URL: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://ceur-ws.org/Vol-3156/paper1.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Особистий внесок автора полягає у дослідженні та вдосконаленні методів пошуку асоціативних правил у неоднорідних даних, що представлені у формі семантичних мереж та становить 0,6 д.а.

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:

[56]. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір: Комп'ютерна програма «Твій персональний помічник»; Бойко Н.І., Гетьман С.Л., № 112320, 2022 р. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1695539/>

[57]. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір: Комп'ютерна програма «Image Translate» Бойко Н.І., Куба М.О., № 112319, 2022 р. URL: <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1695540/>

[58]. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір: Комп'ютерна програма «Інтелектуальна система виявлення стресу на основі машинного навчання в режимі реального часу» Бойко Н.І., Яцків М.В., № 111792, 2022 р. URL: <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1695561/>

[59]. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір: Комп'ютерна програма «Система прийняття рішень для навігації в середовищах з неповною інформацією» Бойко Н.І., № 117954, 2023 р. URL: <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1708480/>

[60]. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір: Комп'ютерна програма «Алгоритм оптимізації гіперпараметрів при тренуванні моделей машинного навчання для покращення продуктивності їх застосування на невідомих даних» Бойко Н.І., № 126272, 2024 р. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1810806/>

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 396 сторінок, із них 308 сторінок – основного тексту. Робота містить 55 рисунків, 50 таблиці та 3 додатки. Список використаних джерел налічує 345 найменувань.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Текст дисертації викладений грамотною, доступною мовою, зміст характеризується логічним та послідовним характером і містить необхідні узагальнення.

Дисертація повністю відповідає Вимогам до оформлення дисертації, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 (із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки № 759 від 31.05.2019).

Відповідність дисертації паспорту спеціальності, за якою вона подається до захисту.

Дисертація Бойко Наталії Іванівни повністю відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 Інформаційні технології, зокрема таким пунктам:

– розроблення наукових і методологічних основ створення та застосування інформаційних технологій та інформаційних систем для автоматизованої переробки інформації й управління;

- розроблення інформаційних технологій для аналізу та синтезу структурних, інформаційних і функціональних моделей об'єктів і процесів, що автоматизуються;
- розроблення моделей і методів автоматизації виконання функцій і завдань виробничого й організаційного управління у звичайних і багаторівневих структурах на основі створення та використання нових інформаційних технологій;

Характеристика особистості здобувача.

Під час підготовки дисертаційної роботи Бойко Наталія Іванівна, проявила себе як творчий дослідник і науковець здатний самостійно на високому науково-методичному рівні вирішувати наукові та практичні завдання. Вона повною мірою володіє сучасними методами аналізу, має належний рівень теоретичної та практичної підготовки.

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Бойко Наталії Іванівни на тему «Методологія багатовимірної аналізу мультимодальних даних», поданої на здобуття наукового ступеня доктора наук зі спеціальності 05.13.06 Інформаційні технології.

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Бойко Наталії Іванівни відповідає спеціальності 05.13.06 Інформаційні технології 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, внесеними згідно з Постановами КМ № 283 від 03.04.2019, № 502 від 19.05.2023, № 507 від 03.05.2024, № 426 від 08.04.2025), Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук Черкаського державного технологічного університету, затвердженого вченою радою ЧДТУ від 21.12.202 (протокол № 5 зі змінами та доповненнями), пп. 6 – 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 № 1197 (зі змінами і доповненнями, внесеними згідно з Постановами КМ № 502 від 19.05.2023 та № 507 від 03.05.2024) та пп. 2.2 і 2.5 Порядку присудження наукового ступеня доктора наук у Черкаському державному

технологічному університеті, затвердженому вченою радою ЧДТУ від 26.06.2023 (протокол №13 зі змінами та доповненнями).

3. Рекомендувати дисертаційну роботу *«Методологія багатовимірною аналізу мультимодальних даних»*, подану *Бойко Наталією Іванівною* на здобуття наукового ступеня *доктора наук зі спеціальності 05.13.06 Інформаційні технології* до захисту у спеціалізованій вченій раді Д 73.052.04 Черкаського державного технологічного університету.

4. Результати голосування присутніх на засіданні докторів наук та кандидатів наук:

«ЗА» – 18,

«ПРОТИ» – немає,

«УТРИМАЛИСЯ» – немає.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

д.т.н., професор,
завідувач кафедри інформаційних
технологій проектування



Тетяна ПРОКОПЕНКО

д.т.н., професор,
професор кафедри інформаційних
технологій проектування



Юрій ТЕСЛЯ

д.т.н., професор,
професор кафедри комп'ютерних
наук та системного аналізу



Олена ДАНЧЕНКО