

УДК 378+001]:004

№ держреєстрації 0121U111924

**Київський столичний університет імені Бориса Грінченка**

04053, Україна, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська,

18/2 тел: +380 (44) 272-19-02, e-mail:

kubg@kubg.edu.ua

Затверджую

В.о. ректора Київського  
столичного університету

імені Бориса Грінченка

 Олександр ТУРУНЦЕВ

2026 р.



ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, НАУЦІ,  
ТЕХНІЦІ

Керівник науково-дослідної роботи


доцент кафедри комп'ютерних наук,  
кандидат технічних наук, доцент

Ірина МАШКІНА

























Рукопис закінчено 11 квітня 2026 р.

Результати роботи розглянуто на Вченій раді Київського столичного університету імені  
Бориса Грінченка від 29 травня 2026, протокол № 6

## СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Керівник наукової теми  Ірина МАШКІНА

### Відповідальні виконавці

	Марія	АСТАФ'СВА
	Владислав	БІЛОУС
	Дмитро	БОДНЕНКО
	Андрій	БОНДАРЧУК
	Олександр	БУШМА
	Лілія	ВАРЧЕНКО-ТРОЦЕНКО
	Вікторія	ВЕМБЕР
	Оксана	ГЛУШАК
	Дмитро	ГОРБАТОВСЬКИЙ
	Олесь	ДІБРІВНИЙ
	Олексій	ЖИЛЬЦОВ
	Надія	ЗІНЧЕНКО
	Євген	ІВАНІЧЕНКО
	Галина	КУЧАКОВСЬКА
	Оксана	ЛИТВИН
	Олександра	ЛОКАЗЮК
	Ірина	МЕЛЬНИК
	Тетяна	НОСЕНКО
	Сергій	РАДЧЕНКО
	Світлана	РЗАЄВА
	Світлана	СЕМЕНЯКА
	Вікторія	СОЛОМКО
	Світлана	СПІВАК
	Владислав	ЯСКЕВИЧ

## РЕФЕРАТ

**Звіт про НДР:** 30 с. (без додатків)

**Об'єкт дослідження:** процеси застосування математичних методів, комп'ютерного моделювання та цифрових технологій в освіті, науці, техніці, інформаційно-аналітичних системах, екологічному моніторингу, біомедичних дослідженнях та цифровій трансформації освітнього середовища.

**Предмет дослідження:** теоретичні, методичні, математичні, програмні та апаратно-програмні засади розроблення і використання математичних моделей, цифрових технологій, інформаційно-аналітичних систем, засобів штучного інтелекту, адаптивного навчання та цифрових освітніх екосистем.

**Мета роботи:** обґрунтування та розроблення теоретичних і методичних підходів до використання математичних методів і цифрових технологій в освіті, науці та техніці; створення математичних і комп'ютерних моделей складних систем; розроблення апаратно-програмних засобів інформаційно-аналітичних систем; формування моделей цифровізації освіти та впровадження отриманих результатів у наукову, освітню й практичну діяльність.

**Теоретичне та практичне значення результатів:** *теоретичне значення* полягає у розвитку наукових підходів до математичного і комп'ютерного моделювання складних соціально-економічних, технічних, екологічних, біомедичних та освітніх систем; удосконаленні методів аналізу, прогнозування, оптимізації й оцінювання ефективності функціонування таких систем; обґрунтуванні концептуальних моделей цифрових освітніх середовищ нового покоління.

*Практичне значення* полягає у можливості використання отриманих результатів для проєктування інформаційно-аналітичних систем, систем екологічного моніторингу, захищених мережевих інфраструктур, вбудованих систем, цифрових освітніх платформ, адаптивних навчальних курсів, систем підтримки прийняття рішень, а також для оновлення змісту освітніх програм і навчальних дисциплін.

**Результати дослідження впроваджено:** у наукову діяльність установ НАН України, зокрема Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України, Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Інституту математики НАН України; в освітній процес підготовки здобувачів вищої освіти спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Математика»; у зміст навчальних дисциплін «Моделювання систем і процесів», «Проєктування вбудованих систем», «Інформаційні системи URBAN-моніторингу», «Основи математичного моделювання», «Математичне моделювання», «Економіко-математичне моделювання», «Диференціальні рівняння і динамічні системи», дисциплін вибіркового блоку «Інтернет речей», а також у курсові, бакалаврські та магістерські кваліфікаційні роботи.

**Взаємозв'язок з іншими роботами:** НДР пов'язана з науковими дослідженнями у галузях математичного моделювання, цифровізації освіти, штучного інтелекту, кібербезпеки, екологічного моніторингу, біомедичного моделювання «Мікрокваліфікація з адитивного виробництва для персоналізованої реабілітації та відновлення після воєнних травм» (Erasmus+, KA2), інформаційно-аналітичних систем, вбудованих систем та цифрової трансформації освіти: найкращі Європейські практики (Еразмус - JMO). Результати роботи узгоджуються з сучасними напрямками розвитку Smart City, IoT, Digital Twin, AI-driven modeling, Zero Trust Architecture, адаптивного навчання, LMS Moodle, STACK, GeoGebra та цифрових освітніх екосистем.

**Рекомендації щодо використання результатів роботи:** результати НДР доцільно використовувати під час розроблення математичних і комп'ютерних моделей складних систем, проектування інформаційно-аналітичних платформ, створення систем екологічного та технічного моніторингу, розроблення захищених мережевих інфраструктур, впровадження цифрових освітніх середовищ, адаптивних навчальних курсів, систем формувального оцінювання, а також під час підготовки навчально-методичного забезпечення для освітніх програм з комп'ютерних наук, математики та суміжних спеціальностей.

**Галузь застосування:** освіта, наука.

**Перспективи подальших досліджень:** подальші дослідження доцільно спрямувати на розвиток інтелектуальних систем моделювання, цифрових двійників, моделювання на основі ШІ, систем підтримки прийняття рішень, моделей кібербезпеки для критичної інфраструктури, систем екологічного моніторингу на основі БПЛА та IoT, біомедичних цифрових моделей, а також на створення адаптивних цифрових освітніх середовищ нового покоління з використанням штучного інтелекту, аналітики навчальних даних та персоналізованих освітніх траєкторій.

**Ключові слова:** математичне моделювання, комп'ютерне моделювання, цифрові технології, інформаційно-аналітичні системи, штучний інтелект, цифрова освіта, адаптивне навчання, LMS Moodle, STACK, цифрова освітня екосистема, Інтернет речей, Smart City, екологічний моніторинг, біомедичне моделювання, вбудовані системи.

## ЗМІСТ

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ.....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>
РЕФЕРАТ .....	3
ВСТУП .....	6
ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ.....	14
МАТЕМАТИЧНЕ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	14
АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ .....	20
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РОЗБУДОВИ ЕКОСИСТЕМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ.....	22
ВИСНОВКИ.....	25
СПИСОК ОСНОВНИХ ПУБЛІКАЦІЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ ЗА ТЕМОЮ НДР .....	26
Додаток 1 Впровадження результатів.....	32
Додаток 2 Угоди про співпрацю.....	45
Додаток 3 Нагороди студентів в олімпіадах та конкурсах студентський наукових робіт .....	47

## **ВСТУП**

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімкою цифровою трансформацією практично всіх сфер людської діяльності. Активне впровадження інформаційних технологій, засобів штучного інтелекту, систем підтримки прийняття рішень, технологій Інтернету речей, цифрових двійників та аналітики великих даних формує нові вимоги до методології наукових досліджень та практичної діяльності в освіті, науці й техніці. Ці процеси змінюють не лише інструментарій дослідників і спеціалістів, а й сам підхід до постановки задач, збору даних, формулювання гіпотез, верифікації результатів та їхнього впровадження в реальні системи.

У таких умовах особливої актуальності набувають математичні методи та комп'ютерне моделювання, які забезпечують можливість дослідження складних об'єктів і процесів, прогнозування їх поведінки, оптимізації режимів функціонування та обґрунтування управлінських рішень. Математичне моделювання постає універсальним мовним середовищем, що дозволяє інтегрувати дані з різних галузей — від економіки й соціології до екології, медицини та техніки — і будувати цілісні уявлення про динаміку систем. Комп'ютерне моделювання, у свою чергу, надає можливість проводити віртуальні експерименти, перевіряти сценарії, які в реальних умовах були б занадто дорогими, небезпечними або неможливими для реалізації, і отримувати кількісні оцінки ефективності різних управлінських рішень.

Одночасно розвиток цифрових технологій сприяє створенню нових поколінь інформаційно-аналітичних систем, інтелектуальних мереж, вбудованих комп'ютерних систем, засобів моніторингу та кіберфізичних комплексів. Значний вплив цифровізація здійснює також на систему освіти, зумовлюючи появу нових підходів до організації навчального процесу, адаптивного навчання, цифрових освітніх екосистем та використання технологій штучного інтелекту. Освітні заклади переходять від традиційної моделі передачі знань до моделі, де навчання стає персоналізованим, гнучким, орієнтованим на компетенції, а освітнє середовище інтегрує платформи

управління навчанням, цифрові лабораторії, аналітику навчальних даних та інтелектуальні сервіси підтримки студентів і викладачів.

Об'єктом дослідження були процеси застосування математичних методів, комп'ютерного моделювання та цифрових технологій в освіті, науці, техніці, інформаційно-аналітичних системах, екологічному моніторингу, біомедичних дослідженнях та цифровій трансформації освітнього середовища.

**Метою** науково-дослідної роботи було обґрунтування та розроблення теоретичних і методичних засад використання математичних методів і цифрових технологій в освіті, науці та техніці. Ця мета визначила необхідність одночасного розвитку теоретичної бази (математичні моделі, алгоритми, методологія), прикладних рішень (апаратно-програмні комплекси, інформаційно-аналітичні системи) та освітніх екосистем, які забезпечують підготовку кадрів, впровадження інновацій і формування нової якості освітнього процесу.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі основні **завдання**: аналіз світових тенденцій розвитку математичного моделювання та цифрових технологій; розроблення математичних і комп'ютерних моделей складних процесів та систем; створення методів аналізу, прогнозування та оптимізації функціонування соціально-економічних, технічних та природних систем; розроблення апаратно-програмних рішень для інформаційно-аналітичних систем; дослідження сучасних підходів до цифровізації освіти; розроблення моделей цифрових освітніх середовищ та адаптивного навчання; впровадження результатів досліджень у наукову та освітню діяльність. Кожен із цих напрямів має власну внутрішню структуру, але всі вони взаємопов'язані і формують єдину науково-технологічну платформу.

**Методи дослідження**: теоретичні (аналіз, синтез, моделювання, систематизація, узагальнення); емпіричні (спостереження, вимірювання, тестування, експеримент); методи математичної статистики.

## **Наукова новизна та теоретичне значення дослідження:**

- Розглянуто підходи до моделювання структурних змін сфери зайнятості як один з напрямів управління ризиками економічної безпеки. Побудовано економіко-математичну модель структурних змін у сфері зайнятості населення, яка дозволяє досліджувати вплив трансформацій економіки на структуру трудових ресурсів і моделювати сценарії розвитку при різних політиках держави.
- Розроблено економетричну модель формування доходної частини бюджету Пенсійного фонду України, запропонований алгоритм дозволяє отримати більш стабільні та інтерпретовані моделі, менш чутливі до змін у вибірці.
- Створено алгоритм формування цифрової моделі кристалу на основі масиву зображень методом, який базується на використанні цифрової мікрофотограмметрії та тривимірного комп'ютерного моделювання.
- Розроблено математичні моделі оцінювання ризиків кіберзагроз для інтелектуальних транспортних систем, які дозволяють кількісно визначати ймовірність атаки, потенційні наслідки та пріоритетність захисних заходів.
- Розроблено модель очищення техногенно забруднених вод із використанням нанофункціоналізованих магнітних вуглецевих композитів. У моделі враховано концентрацію забруднювачів, швидкість сорбції, співвідношення компонентів композиту, кінетику осадження радіонуклідів, а також умови регенерації сорбенту.
- Розроблено моделі взаємодії дихальної та серцево-судинної систем людини, моделі мають високу цінність для цифрової медицини, оскільки дають змогу досліджувати реакції організму на зміни навантаження, моделювати функціональні стани та прогнозувати ризики дестабілізації окремих фізіологічних параметрів.
- Розроблена модель багаторівневої мережевої інфраструктури на базі технологій Cisco передбачає логічне розмежування мережі на окремі

сегменти з різними рівнями доступу та функціями. Така архітектура дозволяє забезпечити ізоляцію критичних ресурсів, гнучко керувати трафіком, зменшувати ризики несанкціонованого доступу та підвищувати надійність роботи мережі.

- Запропоновано систему екологічного моніторингу атмосферного повітря на основі аеромобільних платформ. Такий підхід дозволяє отримувати дані у важкодоступних місцях, швидко виявляти осередки забруднення та формувати карти екологічного стану територій.
- Розроблено двоциклову інформаційну модель шкальних індикаторів, реалізовану на мікроконтролерах, такий підхід дає змогу зменшити навантаження на процесор, скоротити кількість програмних операцій та знизити енергоспоживання.
- Розроблено концептуальну модель цифрового освітнього середовища університету наступного покоління (NGDLE). Така модель передбачає інтеграцію LMS Moodle, цифрових лабораторій, аналітичних систем, інструментів штучного інтелекту та сервісів міжнародної взаємодії.
- Адаптовано модель COIL до умов українських закладів вищої освіти. Така форма навчання демонструє високу ефективність, оскільки поєднує змістовне навчання, командну роботу, міжкультурну комунікацію та розвиток цифрових компетентностей.
- Розроблено адаптивний навчальний курс для студентів STEM-спеціальностей у середовищі Moodle з інтеграцією системи STACK для автоматизованого оцінювання математичних завдань. Такий курс дозволяє поєднати індивідуальний темп навчання, автоматичний контроль засвоєння матеріалу та гнучку побудову траєкторії навчання залежно від результатів студента.
- Створено цифрові навчальні простори на платформі Go-Lab, а також інтерактивні середовища з використанням GeoGebra та інших інструментів. Їхнє поєднання з метакогнітивним підходом дало змогу

посилити усвідомленість навчальної діяльності студентів, покращити їхню здатність до самоконтролю, аналізу помилок та рефлексії.

Практичне значення результатів досліджень полягає у їх готовності до використання в освітньому процесі підготовки фахівців в ЗВО та наукових дослідженнях. Зокрема,

- оновлено освітньо-професійні програми першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів вищої освіти спеціальностей 111 Математика і 122 Комп'ютерні науки та зміст їх освітніх компонентів, включаючи навчальну та виробничу практики, а також зміст математичних, економіко-математичних та інформатичних навчальних дисциплін для студентів інших спеціальностей;
- оновлено навчально-методичні матеріали Центрів компетентностей та наукових студентських гуртків, тематика бакалаврських і магістерських дипломних робіт, а також дисертаційних досліджень аспірантів спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки, вибіркового блоку «ІКТ в освіті»;
- підготовлено та використовуються електронні навчальні курси із врахуванням розроблених рекомендації щодо організації пошуководслідницького навчання математичним та інформатичним дисциплінам, підготовки контенту та організації діяльності в ЕНК для підтримки змішаної (очної та дистанційної) моделі навчання;
- розроблено методичку інтеграції сервісів соціальних мереж в освітній процес підготовки вчителів, який частково апробовано на заняттях в Університеті Грінченка, Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького та Відокремленому структурному підрозділі «Сарненський педагогічний фаховий коледж Рівненського державного гуманітарного університету»;
- організовано міжуніверситетське цифрове освітнє середовище за участі провідних наукових та освітніх установ України. Реалізовано проєкт COUL з математичного моделювання та штучного інтелекту на основі міждисциплінарної командної взаємодії студентів.

## **Ступінь впровадження.**

Результати дослідження впроваджено в освітній процес Київського університету імені Бориса Грінченка та інших закладів вищої й загальної середньої освіти, використовуються у фундаментальних та прикладних дослідженнях в науково-дослідних інститутах Національної академії наук України. Довідки про впровадження та угоди про співпрацю додаються до звіту, Додаток 1, Додаток 2.

Апробація та впровадження результатів дослідження проводилось в рамках дослідно-експериментальна роботи «Розробка та впровадження електронних освітніх ресурсів у процесі навчання основ інформатики учнів початкової школи» в закладах освіти м. Києва.

Основні результати наукових досліджень були апробовані на міжнародних та всеукраїнських конференціях, зокрема, на організованих і проведених науково-педагогічними працівниками кафедри Всеукраїнській науково-практичній конференції Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців «Інформаційні технології» (щороку).

За результатами дослідження підготовлено 11 колективних монографій, 143 статті з них 42 – у виданнях, що індексуються в НМБД Scopus та Web of Science, 7 посібників та підручників, отримано 9 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір, 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму та 1 патент на винахід. Підготовлено колективну монографію «Математичні методи та цифрові технології в освіті, науці, техніці», в якій представлено основні наукові та практичні результати з наступних напрямів: математичне та комп'ютерне моделювання, апаратно-програмні засоби автоматизованих систем керування, використання цифрових технологій в освітньому процесі.

Протягом виконання наукової теми захищено кандидатська дисертація:

**Кучаковська Г.А.**, Використання сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи/ спеціальність 13.00.10 ІКТ

в освіті, Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, 7 липня 2025 року Д 26.459.01 (наук. керівник Бодненко Д.М)

До виконання досліджень були долучені студенти бакалаврського та магістерського рівнів вищої освіти спеціальностей Математика та Комп'ютерні науки. Вони виконували наукові дослідження як в рамках своїх кваліфікаційних робіт так і для участі в конкурсах. Зокрема, отримали призові місця (Додаток 3):

- Катерина Груздьова – II місце на заключному етапі Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт, 2023 (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського), науковий керівник – Марія Астаф'єва
- Шидловський Тимофій - учасник II туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі штучного інтелекту, 2023 (НТУ «КПІ ім. Сікорського»), науковий керівник – Владислав Яскевич
- Криволапов Гліб, Сидоренко Анастасія, Коновал Євген, Гаврись Назар, Пігіда Данил, Комар Дмитро та Рибак Андрій - III місце на Всеукраїнських командних змаганнях серед студентів технічних спеціальностей ЗВО України – «Student Tech Challenge 2025», організованого компанією Huawei Україна.

**Взаємозв'язок з іншими роботами.** Науково-дослідна робота реалізована спільно з проектами: «Мікрокваліфікація з адитивного виробництва для персоналізованої реабілітації та відновлення після воєнних травм»(Erasmus+, KA2) , інформаційно-аналітичних систем, вбудованих систем та цифрової трансформації освіти : найкращі Європейські практики(Еразмус -JMO).

**Рекомендації щодо використання результатів роботи:**

Матеріали дослідження можуть бути використані іншими закладами освіти при розробці освітніх програм, навчальних планів, навчально-методичних матеріалів, електронних навчальних курсів для викладання інформатичних і математичних дисциплін студентам різних спеціальностей, особливо, під час навчання у дистанційному та змішаному форматах; у наукових дослідженнях

викладачів, аспірантів, студентів; розроблені математичні методи та цифрові технології можна застосувати у фундаментальних та прикладних наукових дослідженнях в математиці, комп'ютерних науках, економіці, фізиці, медицині та ін.

Перспективи подальших досліджень.

На теоретико-методологічному рівні:

Розвиток математичних методів моделювання складних соціально-економічних, технічних, біомедичних та освітніх систем із використанням технологій штучного інтелекту, цифрових двійників, аналізу великих даних та інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

На рівні практичного впровадження:

Перспективним є впровадження розроблених моделей, методів і цифрових технологій у інформаційно-аналітичні системи, системи екологічного моніторингу, кіберфізичні та IoT-платформи, цифрові освітні екосистеми, адаптивні навчальні середовища. Упровадження результатів наукових досліджень в контексті соціальної або комерційної привабливості на трьох рівнях: інституційному, регіональному та національному

Робота виконувалася за трьома взаємопов'язаними напрямками: математичне і комп'ютерне моделювання; апаратно-програмні засоби інформаційно-аналітичних систем; теорія і практика розбудови екосистеми цифровізації освіти. Комплексність дослідження забезпечила інтеграцію фундаментальних математичних підходів, сучасних цифрових технологій та прикладних інженерних рішень. Такий підхід дозволив не лише отримати окремі результати в кожній із галузей, а й сформувати цілісну картину взаємодії між математичним моделюванням, технічною реалізацією та освітнім процесом.

# ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

## МАТЕМАТИЧНЕ І КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

У межах напряму виконано комплекс досліджень, спрямованих на розроблення математичних моделей соціально-економічних, технічних, екологічних та біомедичних процесів. Ці дослідження ґрунтуються на сучасних підходах до математичного формалізму, статистичного аналізу, економетрики, теорії оптимізації, чисельних методів та комп'ютерної імітації. Головна ідея полягає в тому, що складні системи можна описати наборами рівнянь, алгоритмів та статистичних закономірностей, які дозволяють не лише пояснювати спостережувані явища, а й прогнозувати поведінку систем у майбутньому при зміні умов.

### Моделювання соціально-економічних систем

Побудовано економіко-математичну модель структурних змін у сфері зайнятості населення, яка дозволяє досліджувати вплив трансформацій економіки на структуру трудових ресурсів. Модель враховує взаємозв'язки між секторами економіки, рівнем зайнятості та показниками економічної безпеки держави. Вона базується на системі диференціальних рівнянь або рівнянь у різницях, які описують динаміку зайнятості в різних галузях, переміщення робочої сили між секторами, вплив інвестицій, технологічних змін та зовнішніх шоків (наприклад, економічних криз, воєнних конфліктів, міграційних процесів).

У моделі виділено ключові групи змінних: чисельність зайнятих у кожному секторі економіки, рівень безробіття, темпи зростання виробництва, інвестиції в людський капітал, інноваційну активність підприємств, показники трудової міграції. Додатково враховано інституційні фактори — дію трудового законодавства, систему соціального захисту, програми переобучення та підтримки зайнятості. Такий підхід дозволяє не лише описувати поточний стан ринку праці, а й моделювати сценарії розвитку при різних політиках держави.

Отримані результати дозволили визначити найбільш чутливі фактори, що впливають на структурні зміни зайнятості, та сформувавши рекомендації щодо управління ризиками економічної безпеки. Зокрема, виявлено, що зміни в інвестиціях до людського капіталу та швидкість технологічних трансформацій мають кубічний вплив на структуру зайнятості, тоді як зміни демографічних параметрів діють більш плавним чином, але з тривалим лагом. Це означає, що для м'якої адаптації ринку праці до змін економічної структури необхідно впроваджувати попереджуючі програми перекваліфікації та підтримки зайнятості завчасно.

Також розроблено економетричну модель формування доходної частини бюджету Пенсійного фонду України. У процесі дослідження проаналізовано вплив демографічних, макроекономічних та фінансових показників на надходження до Пенсійного фонду. До ключових факторів віднесено: чисельність населення працездатного віку, рівень офіційної зайнятості, середню заробітну плату, темпи інфляції, відсоткові ставки, динаміку ВВП, структуру зайнятості між формальним і неформальним секторами, а також параметри пенсійної системи (вік виходу на пенсію, розмір пенсійних відрахувань).

У процесі моделювання застосовано множину регресійних моделей, включаючи лінійні та нелінійні специфікації, моделі з лагованими змінними, а також панельні дані (за наявності). Встановлено високу адекватність побудованої моделі, що підтверджено значеннями коефіцієнта детермінації та статистичними критеріями перевірки. Значення  $R^2$  у вибіркових моделях перевищують 0.85, що свідчить про високу пояснювальну силу факторів. Додатково проведено перевірку на стаціонарність часових рядів, автокореляцію залишків, гетероскедастичність та мультиколінеарність.

#### Оптимізація економетричного моделювання

Запропоновано алгоритм відбору факторних змінних у багатofакторних регресійних моделях. Методика базується на комплексному використанні кореляційного аналізу, множинної регресії, інформаційних критеріїв та

алгоритму Фаррара–Глобера для виявлення мультиколінеарності. Такий підхід дозволяє одночасно оцінити силу впливу кожного фактору та виявити зайві змінні, які не додають нової інформації до моделі, але можуть погіршувати її стабільність через мультиколінеарність.

Алгоритм включає кілька етапів. На першому етапі проводиться первинний кореляційний аналіз усіх потенційних факторних змінних з залежною змінною. Змінні з низькою кореляцією відфільтровуються або відбираються з обережністю. На другому етапі будується повна регресійна модель з усіма відібраними факторами, після чого проводяться тести на значущість коефіцієнтів (t-критерій Стьюдента), на загальну значущість моделі (F-критерій Фишера), на автокореляцію залишків (критерій Дарбіна–Ватсона), на гетероскедастичність (тест Вайта або Бреуша–Пагана) та на мультиколінеарність (алгоритм Фаррара–Глобера, VIF-критерій).

На третьому етапі виконується послідовне виключення або додавання факторів на основі інформаційних критеріїв (Акаїке AIC, Шварця BIC) та критерію прогнозної потужності моделі. На кожному кроці оцінюється зміна  $R^2$ , скорегованого  $R^2$ , та стабільність коефіцієнтів. Кінцева модель обирається як та, що мінімізує інформаційні критерії при збереженні статистичної значущості основних факторів.

Практична апробація показала підвищення достовірності економетричних прогнозів та зменшення надлишковості факторного простору. У порівнянні з традиційними підходами, де відбір факторів часто базується на експертних оцінках або однобічному кореляційному аналізі, запропонований алгоритм дозволяє отримати більш стабільні та інтерпретовані моделі, менш чутливі до змін у вибірці. Це особливо важливо для довгострокових прогнозів у макроекономіці та соціальній політиці, де стабільність моделі є критичною.

#### Цифрове моделювання структури кристалів

Розроблено спосіб реконструювання внутрішньої секторальної структури кристалів штучного алмазу. Метод базується на використанні цифрової мікрофотограмметрії та тривимірного комп'ютерного моделювання.

Створено алгоритм формування цифрової моделі кристалу на основі масиву зображень, отриманих із різних ракурсів. Такий підхід дозволяє відновити тривимірну структуру кристалу, зокрема його секторальну будову, дефекти, зернистість та інші мікроструктурні характеристики, які впливають на фізико-механічні властивості алмазу.

Процес моделювання включає кілька етапів. На першому етапі здійснюється знімання зразків алмазу за допомогою мікроскопа з високою роздільною здатністю з різних кутів обертання. Отримані зображення попередньо обробляються: корегується освітлення, видаляються шуми, виконується калібрування масштабу. На другому етапі за допомогою алгоритмів фотограмметрії відновлюється тривимірна геометрія об'єкта, будуються поверхні, формуються воксельні моделі. На третьому етапі виконується сегментація секторів кристалу, виявлення дефектів, класифікація мікроструктурних особливостей.

Практична значущість результатів полягає в можливості оптимізації технологій вирощування та оброблення алмазів для електронної промисловості. Штучні алмази широко використовуються в електроніці як матеріали з високою теплопровідністю, оптичними властивостями, твердістю та хімічною стійкістю. Знання внутрішньої структури кристала дозволяє налаштовувати параметри вирощування (температура, тиск, швидкість осадження, склад газової суміші) для отримання алмазів із заданими характеристиками. За результатами роботи отримано патент України на корисну модель, що підтверджує новизну та практичну цінність запропонованого методу.

#### Моделювання кібербезпеки інтелектуальних транспортних систем

Розроблено математичні моделі оцінювання ризиків кіберзагроз для інтелектуальних транспортних систем. Запропоновані підходи дозволяють прогнозувати ймовірність виникнення атак, оцінювати критичність загроз, автоматизувати процеси моніторингу та підвищувати стійкість транспортної інфраструктури. Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) включають

системи управління рухом, розумні світлофори, датчики трафіку, системи автоматичного керування транспортними засобами, зв'язок між транспортними засобами та інфраструктурою (V2X), а також хмарні сервіси для обробки даних. Ці системи є критично важливими для функціонування Smart City, і їхня кібербезпека має прямий вплив на безпеку людей та стабільність транспортних потоків.

Математичні моделі базуються на теорії ймовірностей, теорії ігор, марковських процесах та методах машинного навчання. У моделі виділено різні типи загроз: DoS/DDoS-атаки, маніпуляція даними датчиків, несанкціонований доступ до систем керування, фішинг, шкідливе програмне забезпечення. Для кожного типу загрози оцінюється ймовірність успішної атаки, потенційний збиток (фінансовий, часовий, вплив на безпеку), а також доступність засобів захисту. На основі цих оцінок будується карта ризиків, яка дозволяє пріоритезувати заходи захисту.

Запропоновано підхід до динамічного оновлення оцінок ризику на основі потоку даних з системи моніторингу. Це дозволяє адаптуватися до змін у тактиці, техніки та процедури (ТТР) атакувальників та своєчасно коригувати захист. Отримані результати можуть бути використані під час створення Smart City платформ та IoT-систем, де інтелектуальні транспортні системи є ключовим елементом інфраструктури.

#### Екологічне моделювання

Розроблено модель очищення техногенно забруднених вод із використанням нанофункціоналізованих магнітних вуглецевих композитів. Модель враховує концентрацію забруднювачів, швидкість сорбції, співвідношення компонентів сорбенту та кінетику осадження радіонуклідів. Такий підхід дозволяє оптимізувати процес очищення води, підібрати ефективний склад сорбенту та визначити оптимальні умови експлуатації (тривалість контакту, температура, рН, швидкість потоку).

Модель базується на рівняннях сорбційної кінетики (наприклад, модель Лангмюра, Фремідіха, псевдо-першого та псевдо-другого порядку), рівняннях

масопереносу та дифузії, а також на рівняннях хімічної кінетики для реакцій на поверхні сорбенту. Додатково враховано магнітні властивості композиту, що дозволяє ефективно відновлювати сорбент із води за допомогою магнітного поля після завершення процесу очищення.

Результати підтвердили високу ефективність запропонованих підходів для очищення рідких радіоактивних відходів та промислових стоків. Запропонований метод дозволяє знижувати концентрацію забруднювачів на кілька порядків, що відповідає міжнародним стандартам якості води. Екологічне моделювання також передбачає оцінку впливу процесу очищення на навколишнє середовище, зокрема утворення вторинних відходів, енергоспоживання та економічну ефективність.

#### Біомедичне моделювання

Розроблено математичні моделі взаємодії дихальної та серцево-судинної систем людини. Створені моделі описують транспорт кисню та вуглекислого газу, процеси вентиляції легень, гемодинамічні процеси, адаптацію організму до навантажень. Такі моделі є основою для цифрової медицини, спортивної фізіології та систем підтримки прийняття медичних рішень.

Моделі базуються на системі диференціальних рівнянь, які описують динаміку обміну газів у легенях, транспорт кисню кров'ю, розподіл кисню по тканинах, регуляцію дихання та серцевого викиду. Додатково враховано вплив фізичних навантажень, віку, статі, захворювань (наприклад, астма, ХОЗЛ, серцева недостатність), а також вплив ліків та терапевтичних втручань.

Результати можуть використовуватись у цифровій медицині, спортивній фізіології та системах підтримки прийняття медичних рішень. Зокрема, моделі дозволяють створювати цифрових двійників пацієнтів для персоналізованої медицини, планувати тренувальні програми для спортсменів, оцінювати ризики серцево-судинних подій, моделювати ефекти ліків та хірургічних втручань. Це відкриває нові можливості для превентивної медицини та оптимізації лікування.

## АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ

У межах даного напрямку виконано дослідження сучасних методів побудови інформаційно-аналітичних систем, мережевих інфраструктур та вбудованих цифрових платформ. Цей напрям охоплює проектування захищених мережевих інфраструктур, системи екологічного моніторингу, вбудовані системи відображення інформації, а також інтеграцію цих систем у єдині інформаційно-аналітичні платформи.

### Проектування захищених мережевих інфраструктур

Обґрунтовано доцільність використання концепцій Security-by-Design та Zero Trust Architecture. Security-by-Design означає, що засоби безпеки закладаються на етапі проектування системи, а не додаються пізніше як «латки». Zero Trust Architecture передбачає, що жоден користувач або пристрій не вважається довіреним за замовчуванням, навіть якщо вони знаходяться всередині корпоративної мережі. Кожна спроба доступу до ресурсу має бути аутентифікована, авторизована та постійно перевіряється.

Розроблено модель багаторівневої мережевої інфраструктури на базі технологій Cisco. У середовищі Cisco Packet Tracer змодельовано мережу з дев'ятьма логічними сегментами для обслуговування понад 300 користувачів. Кожен сегмент відповідає певній функціональній зоні: адміністративна мережа, мережа викладачів, мережа студентів, гостьова мережа, мережа серверів, мережа IoT-пристроїв, лабораторна мережа, резервна мережа, мережа зовнішнього доступу. Таке розділення дозволяє ізолювати трафік, зменшити площу атаки та полегшити моніторинг.

Реалізовано комплекс механізмів захисту: VLAN, ACL, WPA3, Port Security, локальна автентифікація, резервне копіювання даних. VLAN забезпечує логічне розділення мережі на сегменти, що дозволяє обмежити розповсюдження ширококомовного трафіку та ізолювати потенційно небезпечні пристрої. ACL (Access Control Lists) дозволяють фільтрувати трафік на рівні мережевого рівня, блокувати небажані з'єднання та захищати критичні ресурси. WPA3 забезпечує сучасний рівень шифрування Wi-Fi мереж. Port

Security обмежує кількість MAC-адрес на порту комутатора та запобігає підключенню несанкціонованих пристроїв. Локальна автентифікація дозволяє управляти доступом без залежності від зовнішніх сервісів. Резервне копіювання даних забезпечує стійкість системи до втрати даних у разі аварії або атаки.

#### Системи екологічного моніторингу

Узагальнено принципи побудови аеромобільних систем моніторингу атмосферного повітря. Розроблено критерії вибору сенсорної складової для контролю концентрації газових домішок. Запропоновано архітектуру мобільної системи моніторингу на основі безпілотних літальних апаратів. Такі системи дозволяють здійснювати моніторинг якості повітря на великих територіях, у важкодоступних місцях, у зоні техногенних аварій, промислових зон, міських агломерацій.

Архітектура системи включає безпілотний літальний апарат (БПЛА), сенсорний модуль (датчики концентрації газів — CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), модуль навігації (GPS/ГЛОНАСС), модуль зв'язку (радіоканал, 4G/5G), модуль обробки даних (бортовий комп'ютер або хмарний сервіс) та систему візуалізації даних (геоінформаційна система). Сенсори підбираються на основі критеріїв: діапазон вимірювань, чутливість, точність, час реакції, енергоспоживання, маса, габарити, стійкість до умов середовища.

Така система дозволяє отримувати тривимірні карти забруднення повітря, виявляти джерела забруднення, транспортувати дані в режимі реального часу та інтегрувати їх у загальноміські системи екологічного моніторингу. Це особливо важливо для міст, де якість повітря має прямий вплив на здоров'я населення.

#### Вбудовані системи відображення інформації

Досліджено шляхи підвищення енергетичної ефективності LED-дисплейних систем. Розроблено двоциклову інформаційну модель шкальних індикаторів на мікроконтролерах. Запропонований підхід дозволив скоротити кількість тактів формування зображення, зменшити обсяг програмного коду, підвищити швидкодію систем та знизити енергоспоживання.

Двоциклова модель включає два цикли: цикл оновлення даних та цикл відображення. У циклі оновлення даних виконується обробка вхідних сигналів, конвертація даних у формат, придатний для відображення, формування буфера зображення. У циклі відображення відбувається послідовне оновлення пікселів або сегментів дисплея з врахуванням таймінгів, широти імпульсів, частоти оновлення. Такий підхід дозволяє розділити навантаження між процесором та дисплеєм, зменшити простоту процесора та оптимізувати енергоспоживання.

За результатами роботи отримано свідоцтва про реєстрацію комп'ютерних програм, що підтверджує новизну та практичну цінність запропонованих рішень. Вбудовані системи відображення інформації можуть використовуватися в медичній техніці, промислових панелях оператора, транспортних засобах, публічних інформаційних стендах, системах сигналізації тощо.

## ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РОЗБУДОВИ ЕКОСИСТЕМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

Третій напрям присвячено цифровій трансформації освітнього середовища. Цифровізація освіти — це не просто заміна паперових підручників електронними версіями, а фундаментальна зміна підходів до організації навчального процесу, передачі знань, оцінювання результатів навчання та взаємодії між учасниками освітнього процесу.

### Розвиток цифрових освітніх екосистем

Досліджено сучасні підходи до цифровізації освіти та створення екосистем нового покоління. Запропоновано концептуальну модель цифрового освітнього середовища університету наступного покоління (NGDLE — Next Generation Digital Learning Environment). Модель забезпечує інтеграцію LMS Moodle, цифрових лабораторій, систем аналітики навчальних даних, засобів штучного інтелекту, сервісів міжнародної співпраці.

NGDLE розглядається як екосистема, де різні компоненти взаємодіють через API та стандарти (наприклад, LTI, xAPI, Caliper). LMS Moodle слугує ядром для управління курсами, матеріалами, завданнями та оцінюванням.

Цифрові лабораторії (наприклад, Go-Lab, віртуальні лабораторії з фізики, хімії, біології, математики) дозволяють студентам проводити експерименти в безпечному середовищі. Системи аналітики навчальних даних збирають та аналізують дані про активність студентів, їхні успішність, шляхи навчання, виявляють ризики відставання. Засоби штучного інтелекту забезпечують персоналізацію навчання, рекомендації матеріалів, автоматизоване оцінювання, чат-боти для підтримки студентів. Сервіси міжнародної співпраці дозволяють інтегруватися у глобальні освітні мережі, проводити спільні проєкти з іноземними університетами.

#### Міжнародні цифрові освітні проєкти

Адаптовано модель COIL (Collaborative Online International Learning) до умов українських закладів вищої освіти. Організовано міжуніверситетське цифрове освітнє середовище та реалізовано проєкт COUL з математичного моделювання та штучного інтелекту. Підтверджено ефективність міжнародної командної взаємодії студентів у цифровому середовищі.

COIL передбачає створення спільних курсів, де студенти з різних країн працюють у міжнародних командах над проєктами, використовуючи цифрові інструменти співпраці (відеоконференції, спільні документи, платформи для управління проєктами). Такий підхід розвиває міжкультурну компетентність, мовні навички, навички командної роботи, готує студентів до роботи в глобальному середовищі. Проєкт COUL pokazav effectiveness такого підходу в контексті математичного моделювання та штучного інтелекту, де студенти працювали над спільними моделями, обмінювалися даними, порівнювали результати, презентували роботи.

#### Адаптивне навчання

Розроблено адаптивний навчальний курс для студентів STEM-спеціальностей у середовищі Moodle. Інтегровано систему STACK для автоматизованого оцінювання математичних завдань. Запропоновано підхід до персоналізації освітніх траєкторій на основі аналізу результатів навчання.

Адаптивне навчання передбачає, що система адаптує контент, складність завдань, темп навчання до індивідуальних потреб студента. Система аналізує відповіді студента, виявляє слабкі місця, пропонує додаткові матеріали, змінює порядок тем, надає рекомендації. STACK (System for Teaching and Assessment using Computer Algebra) дозволяє створювати математичні завдання, де відповіді можуть бути виражені у вигляді математичних виразів, а система перевіряє їх за допомогою комп'ютерної алгебри. Це дозволяє автоматизувати перевірку складних математичних завдань, надати миттєвий зворотний зв'язок студентам, зменшити навантаження на викладачів.

### Цифрові технології навчання математики

Розроблено цифрові навчальні простори на платформі Go-Lab. Створено інтерактивні середовища для дослідження математичних понять із використанням GeoGebra та інших цифрових інструментів. Обґрунтовано ефективність поєднання метакогнітивного підходу з цифровими засобами навчання.

Go-Lab (Global Online Science Labs) — платформа для віртуальних лабораторій, де студенти можуть проводити експерименти, досліджувати явища, будувати гіпотези, перевіряти їх. GeoGebra — динамічна математична система, яка дозволяє працювати з геометрією, алгеброю, аналізом, ймовірністю, статистикою. Поєднання цих інструментів з метакогнітивним підходом (усвідомлення власного мислення, планування, моніторинг, оцінка своїх навчальних стратегій) дозволяє студентам глибше розуміти математичні поняття, розвивати навички дослідження, самостійного навчання.

Отримані результати сприяють розвитку цифрової компетентності студентів та викладачів. Цифрова компетентність включає не лише вміння користуватися програмним забезпеченням, а й здатність критично оцінювати цифрові ресурси, безпечно працювати в цифровому середовищі, створювати цифровий контент, використовувати цифрові інструменти для вирішення задач, співпрацювати в цифровому середовищі.

## **ВИСНОВКИ**

У результаті виконання науково-дослідної роботи отримано комплекс теоретичних та прикладних результатів, які забезпечують розвиток математичного моделювання, цифрових технологій та інформаційно-аналітичних систем. Основними результатами роботи є: розроблено математичні моделі соціально-економічних, екологічних, технічних та біомедичних процесів; створено нові підходи до аналізу та прогнозування складних систем; розроблено методи побудови захищених інформаційно-аналітичних систем та мережевих інфраструктур; запропоновано нові апаратно-програмні рішення для вбудованих систем та засобів цифрового відображення інформації; створено моделі цифрових освітніх екосистем нового покоління; розроблено адаптивні цифрові курси та технології персоналізованого навчання; забезпечено впровадження результатів досліджень у наукову діяльність, освітній процес та практику функціонування наукових установ.

Загалом результати виконання наукової теми формують сучасну науково-технологічну платформу для подальшого розвитку інтелектуальних систем моделювання, інформаційно-аналітичних технологій, цифрової освіти та високотехнологічних прикладних рішень. Ця платформа дозволяє інтегрувати математичні методи, цифрові технології та освітні екосистеми в єдину цілісну систему, що відповідає сучасним вимогам до науки, техніки та освіти в умовах цифрової трансформації суспільства.

## **СПИСОК ОСНОВНИХ ПУБЛІКАЦІЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ ЗА ТЕМОЮ НДР (2021–2026)**

### 1. Статті у виданнях, що індексуються у Scopus та Web of Science

Boyko V., Lokaziuk O., Popovych R. Admissible transformations and Lie symmetries of linear systems of second-order ordinary differential equations // *Journal of Mathematical Analysis and Applications*. 2024. Vol. 539(2). Article 128543.

Melnychenko T., Kadoshnikov V., Arkhipenko O., Nosenko T., Mashkina I. et al. Nano-Functionalized Magnetic Carbon Composite for Purification of Man-Made Polluted Waters // *C (Journal of Carbon Research)*. 2025. Vol. 11(4). Article 77.

Strilchuk O., Rudko G., Gule E., Lytvyn O. et al. Modification of the morphology and light-emitting properties of InGaAs/GaAs uncapped quantum dots by  $\gamma$ -irradiation // *IEEE Transactions on Nuclear Science*. 2025.

Korbutyak D., Lytvyn O., Fedorenko L. et al. Photoluminescence spectra of nanocrystalline ZnO films obtained by magnetron deposition technique // *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2024.

Glamazda A., Linnik A., Lytvyn O., Karachevtsev V. Low-temperature Raman studies of graphene oxide: Analysis of structural properties // *AIP Advances*. 2024.

Ievtushenko A. et al. The influence of substrate temperature on the structure and optical properties of NiO thin films deposited using magnetron sputtering // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. 2023.

Ievtushenko A. et al. Behavior of Al impurity in ZnO films // *Physica Status Solidi A*. 2022.

Chemerys O., Bushma O., Lytvyn O., Belotserkovsky A., Lukashevich P. Network of Autonomous Units for the Complex Technological Objects Reliable Monitoring // *Studies in Computational Intelligence*. Springer. 2021.

Hołubowski W., Oliynyk B., Solomko V. On the Characterization of the Unitary Cayley Graphs of the Upper Triangular Matrix Rings // Symmetry. 2025.

Lakhno V., Malyukov V., Kasatkin D., Rzaieva S., Rzaiev D. Continuous Investing in Advanced Fuzzy Technologies for Smart City // Computational Intelligence and Data Analytics. Springer. 2022.

## 2. Статті у фахових наукових виданнях України

Абрамов В.О., Глушак О.М., Плоха А., Довженко Т. Проектування мережевої інфраструктури з урахуванням вимог кібербезпеки: підходи та реалізація на базі Cisco // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025.

Абрамов В.О., Глушак О.М., Машкіна І.В. Cisco Networking Academy як інструмент формування професійних компетентностей у студентів технічних спеціальностей // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025.

Глушак О.М., Семеняка С.О., Зінченко Н.М. Оптимізація відбору факторних змінних у процесі економетричного моделювання: практичні рекомендації // Фізико-математична освіта. 2025.

Глушак О.М., Семеняка С.О., Зінченко Н.М., Соломко В.О. Оцінювання факторів стійкості систем інформаційної безпеки методами регресійного аналізу // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025.

Бушма О.В., Турукало А.В. Оцінка параметрів програмної реалізації шкального відображення даних // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2022.

Бушма О.В., Турукало А.В. Багатоелементні шкальні індикаторні пристрої у вбудованих системах // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2021.

Рзаєва С.Л., Складанний П.М., Машкіна І.В., Костюк Ю.В. Модель реалізації керування доступом на основі ролей (RBAC) у багаторівневій архітектурі сховища даних // Сучасний захист інформації. 2025.

Машкіна І.В., Носенко Т.І. Моделювання процесів обробки екологічних даних для систем мобільного моніторингу на основі БПЛА та методу IDW // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025.

Машкіна І.В., Глушак О.М., Горбатовський Д.В., Вембер В.П. Використання штучного інтелекту для підвищення ефективності навчання комп'ютерних мереж студентів спеціальності «Комп'ютерні науки» // Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2025.

Вембер В.П., Машкіна І.В., Носенко Т.І., Яскевич В.О. Можливості та виклики використання штучного інтелекту у навчанні фахових дисциплін студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Інженерія програмного забезпечення». 2025.

Бондарчук А.П., Мельник І.Ю., Сухачевич С.І., Абрамов В.О. Підвищення ефективності систем відеоспостереження за рахунок гібридного методу відбору ключових кадрів і інтерпретації рішень // Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2025.

Співак С.М., Машкіна І.В., Носенко Т.І., Білоус В.В., Глушак О.М. Оптимізація customer support за допомогою AI чат-ботів: практичний кейс // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025.

---

### 3. Матеріали міжнародних конференцій та праці, індексовані у Scopus

Ilich L., Hlushak O., Semenyaka S., Shestack Y. Modeling of Structural Changes in the Employment as the Direction of Economic Security Risk Management // CEUR Workshop Proceedings. 2023.

Astafieva M., Hlushak O., Lytvyn O., Proshkin V., Semeniaka S. Supporting the Mathematical Education of STEM Students: Development of an Adaptive Learning Course for Independent Study // Journal of Physics: Conference Series. 2025.

Bilous V., Bodnenko D., Lokaziuk O., Skladannyi P., Abramov V. Cyber Evidence Software as the Digital Forensics Tools in the Investigation of Cybercrime // CPITS 2025.

Mashkina I., Rzaieva S., Kostiuk Y., Mazur N., Brzhevska Z. Cybersecurity in Intelligent Transport Systems: Current Challenges and Solutions // CPITS 2025.

Skladannyi P., Kostiuk Y., Rzaieva S. et al. Adaptive Methods for Embedding Digital Watermarks to Protect Audio and Video Images in Information and Communication Systems // CQPC 2025.

Rzaieva S., Rzaiev D., Kostyuk Y., Hulak H., Shcheblanin O. Methods of Modeling Database System Security // CEUR Workshop Proceedings. 2024.

Tkachenko O., Kyrychok R., Yaskevych V. Neural Networks in the Processing of Natural Language Texts in Information Learning Systems // CPITS. 2024.

Bondarchuk A., Dibrivniy O., Grebenyk V., Onyshchenko V. Motion Vector Search Algorithm for Motion Compensation in Video Encoding // PIC S&T. 2021.

Moshenchenko M., Zhurakovskiy B., Poltorak V., Bondarchuk A., Korshun N. Optimization Algorithms of Smart City Wireless Sensor Network Control // CPITS. 2021.

Shevchenko O., Bondarchuk A. et al. Methods of the Objects Identification and Recognition Research in Networks with IoT Concept Support // CPITS. 2021.

---

#### 4. Розділи у колективних монографіях

Ільїч Л.М., Глушак О.М., Семеняка С.О. Методи математичного моделювання у дослідженні динаміки зміни структурних показників макро- та мікроекономічних процесів // Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті й науці. 2021.

Astafieva M., Hernandez-Martinez P., Lytvyn O. et al. Mathematical Modelling and Inquiry-Based Mathematics Education // The PLATINUM Project. 2021.

Astafieva M., Boiko M., Hlushak O., Lytvyn O., Morze N. Experience in Implementing IBME at the Borys Grinchenko Kyiv University // The PLATINUM Project. 2021.

Литвин О.С., Литвин П.С. Рекурсивні нейронні мережі для автоматизованого аналізу даних атомно-силової спектроскопії // Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті й науці. 2021.

Savchuk K., Rzaieva S., Savchenko T., Rzaiev D. Data Protection Strategies and Technologies for Ensuring National Financial Security // Springer. 2024.

## 5. Навчальні посібники та підручники

Астаф'єва М.М., Литвин О.С., Радченко С.П., Самойленко Ю.І., Семеняка С.О. Вища математика: готуємось до атестації. Частина I. Теоретичні матеріали. 2022.

Астаф'єва М.М., Литвин О.С., Радченко С.П., Самойленко Ю.І., Семеняка С.О. Вища математика: готуємось до атестації. Частина II. Практикум. 2023.

Василевич Л.Ф., Семеняка С.О. Фінансова математика. 2021.

Носенко Т.І., Машкіна І.В., Яскевич В.О. Застосування алгоритмів і структур даних у штучному інтелекті. 2025.

Яскевич В.О. JavaScript-бібліотека React. 2023.

Рзаєва С.Л., Машкіна І.В. та ін. Основи баз даних. 2025.

Рзаєва С.Л., Харченко О.А. Бази даних. 2021.

## 6. Патенти, свідоцтва про авторське право та комп'ютерні програми

Патент України на корисну модель №151361 «Спосіб реконструювання секторальної структури кристалів алмазу із використанням цифрової мікрофотограмметрії». 2022.

Свідоцтво про реєстрацію комп'ютерної програми №113339 «Дискретно-аналоговий індикатор десятковий двотактний ДАІ-10.2.1». 2022.

Свідоцтво про реєстрацію комп'ютерної програми №113340 «Дискретно-аналоговий індикатор десятковий двотактний ДАІ-10.2.2». 2022.

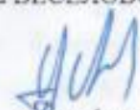
Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №140402 «Modeling of Structural Changes in the Employment as the Direction of Economic Security Risk Management». 2025.

## Додаток 1 Впровадження результатів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор  
Інституту фізіології  
імені О.О. Богомольця  
НАН України  
академік Микола ВЕСЕЛОВСЬКИЙ



  
« 8 » квітня 2026 р.

### АКТ

#### впровадження у науково-дослідний процес

- Найменування пропозиції для впровадження:** Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення для веб-додатку для дослідження кисневих режимів організму. Результати роботи «Розробити математичні моделі та методи дослідження процесів адаптації організму людини до роботи в екстремальних умовах», виконаної у відповідності до наукової теми Математичні методи та цифрові технології в освіті, науці, техніці (реєстраційний номер 0121U111924, 2021-2026 р.р.) кафедри комп'ютерних наук Київського столичного університету імені Бориса Грінченка
- Джерело інформації:** Aralova N.I., Aralova A.A., Vyshensky V.I., Mashkina. I.V., Radziejowski P., Radziejowska M. Web application for studying oxygen regimes of the body. *Cyb. and comp. eng.* 2024. № 3 (217). P. 54-66. № 3 (217). P. 53-66. DOI <https://doi.org/10.15407/kvt217.03.053>
- Ким впроваджено:** відділом імунофізіології
- Термін впровадження в науковий процес:** III квартал 2025 р.- IV квартал 2025 р.
- Ефективність впровадження у відповідності з критеріями в джерелі інформації:** Веб-додаток для оцінки поточного функціонального стану, який

ґрунтується на математичній моделі регулювання кисневих режимів організму

**5. Показники ефективності:** Розроблений на платформі OpenJava веб-додаток надає користувачеві більш зручний сервіс, підходить не тільки для операційної системи Windows, але і для Linux, Mac, UNIX, не потребує встановлення додаткового програмного забезпечення. Користувач має можливість імпортувати вхідні дані з файлів (наприклад, CSV або Excel), сортувати та фільтрувати вихідні та розрахункові дані за будь-якою ознакою, експортувати вибрані або відфільтровані результати у файл (наприклад, файл Excel), представляти графічно або табличне відфільтровані вихідні та розрахункові дані

**6. Зауваження, пропозиції:** Істотних зауважень немає

**Відповідальний за впровадження:**  
проф. наук. співр. відділу імунофізіології  
Інституту фізіології  
ім. О.О. Богомольця НАН України  
д.б.н.

Вознесенська Т.Ю.



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ

Терещенківська, 3, Київ, 01024

тел. (044) 234-51-50, факс: (044) 235-20-10

E-mail: [institute@imath.kiev.ua](mailto:institute@imath.kiev.ua), код ЄДРПОУ 05417207

№ 49/146-027 9-06 2026р.

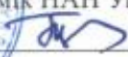


ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту математики

НАН України,

академік НАН України

 Олександр ТИМОХА

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

результатів виконання наукової теми

кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики

Київського столичного університету імені Бориса Грінченка

«Математичні методи та цифрові технології в освіті, науці, техніці»

Цей акт засвідчує факт впровадження результатів виконання наукової теми кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського столичного університету імені Бориса Грінченка «Математичні методи та цифрові технології в освіті, науці, техніці» у науково-освітній діяльності Інституту математики НАН України.

Методи, алгоритми та методика, які запропоновані виконавцями наукової теми, використано у наукових досліджень, що виконувалися Інститутом математики НАН України в рамках виконання Гранту Національного фонду досліджень України «Складні динамічні системи в природничих науках: теорія, математичне моделювання, чисельні методи та застосування до передових технологій» (2020-2023 рр.) та Міжнародного грантового проєкту «Дослідження під час війни в найбільшій українській математичній інституції», фундація Саймонса в рамках програми Presidential Discretionary-Ukraine Support Grants (2023-2026 рр.).

Завідувач відділу математичної фізики,  
доктор фіз.-мат. наук

Вячеслав БОЙКО



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор  
Інституту фізіології  
імені О.О. Богомольця  
НАН України  
академік Микола ВЕСЕЛОВСЬКИЙ

«1» жовтня 2024 р.

## АКТ

### впровадження у науково-дослідний процес

- 1. Найменування пропозиції для впровадження:** Підходи до моделювання систем дихання та кровообігу під різноманітними тривожними впливами, такими як фізичне навантаження та гіперемія, і прогнозування параметрів, що характеризують функціональну дихальну систему за цих тривожних впливів.
- 2. Розробники та заклад, де розроблено:** Аралова Наталія Ігорівна, Ключко Олена Михайлівна, Машкін Валерій Йосипович інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Машкіна Ірина Вікторівна Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Радієвська, Марія Петрівна та Радієвський, Павло Олександрович Ченстоховський технологічний університет, Польща.
- 3. Джерело інформації:** *Biotechnologia Acta* T. 15, No. 1, 2022P. 23-42. Bibliography 125, Engl. UDC: 519.8.612.007 <https://doi.org/10.15407/biotech15.01.023>
- 4. Ким впроваджено:** відділом імунофізіології.
- 5. Термін впровадження в науковий процес:** III квартал 2022 р.- II квартал 2023 р.
- 6. Ефективність впровадження у відповідності з критеріями в джерелі інформації:** реалізація підходів до моделювання систем дихання та кровообігу під різноманітними тривожними впливами що включає і

прогнозування параметрів, що характеризують функціональну дихальну систему за цих тривожних впливів.

7. *Показники ефективності:* одержана додаткова інформація експериментальних реакцій системи дихання і її залежність від зовнішніх впливів.

8. *Зауваження, пропозиції:* Істотних зауважень немає.

**Відповідальний за впровадження:**

Завідувач відділу імунофізіології  
Інституту фізіології  
ім.О.О. Богомольця НАН України  
д.б.н., професор



Янчій Р.І.



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**  
**Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища**  
**Національної академії наук України»**  
**(ДУ «ІГНС НАН України»)**

Проспект Палладіна, 34а м. Київ, Україна, 03142, тел./факс: +38-044-502-12-29;  
e-mail: [igns@ukr.net](mailto:igns@ukr.net), <https://www.igns.gov.ua>  
Код ЄДРПОУ 23521345

геохимия.jpg  
Тип: Файл JPG  
Размер: 1,55 МБ  
Разрешение: 5072 x 7008  
пкс

№ 297- 298

від \_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Директор ДУ «Інститут геохімії  
навколишнього середовища  
НАН України» академік НАН  
України  
**Ю. ЗАБУЛОНОВ**

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

результатів виконання наукової теми  
кафедри комп'ютерних наук факультету інформаційних технологій та математики  
Київського столичного університету імені Бориса Грінченка  
«Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних  
технологій в освіті і науці»

Цей акт засвідчує факт впровадження результатів виконання наукової теми кафедри комп'ютерних наук факультету інформаційних технологій та математики Київського столичного університету імені Бориса Грінченка «Теоретичні та практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті і науці» у виконанні міжнародного Гранту ЄС, Project 101131382 — CLEANWATER «Multifunctional sustainable adsorbents for water treatment assisted with plasma technologies and for health protection from xenobiotics» («Багатофункціональні стійкі абсорбенти для очищення води за допомогою плазмових технологій для захисту здоров'я від ксенобіотиків») Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України».

Програмне забезпечення, алгоритми та методика, які отримані авторами кафедри комп'ютерних наук факультету інформаційних технологій та математики при виконанні наукової роботи, використовуються для наукових досліджень в науково-дослідній роботі CLEANWATER щодо розробки плазмових технологій очищення техногенно-забруднених вод від мікро- та нанопластиків, що виконується ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» до 2027 року.

Головний науковий співробітник, д.т.н.

Валерій РОДІОНОВ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКА ОБЛАСНА РАДА  
ХМЕЛЬНИЦЬКА ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ  
вуд. Проскурівського підпілля, 139, м. Хмельницький, 29013,  
тел./факс: (0382) 72-09-23, 65-65-52, тел.: 79-53-55, 79-59-45  
E-mail: kgpa@ukr.net Код ЄДРПОУ 02138872

Від 02.12.2024 р. На № 616

#### ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
**Кучаковської Галини Андріївни,**  
поданого на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю  
13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті  
(тема «Використання сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх  
учителів початкової школи»)

Упродовж 2023-2024 навчальних років на базі кафедри педагогіки факультету початкової освіти та філології Хмельницької гуманітарно-педагогічної академії Кучаковська Г.А. проводила дослідження, присвячене використанню сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи.

Кучаковською Г.А. проводилось апробування методик щодо інтеграції сервісів соціальних мереж у освітній процес підготовки вчителів. Це включало використання платформ для проведення вебінарів, обміну матеріалами, організації групових проєктів, інструменти для організації освітнього процесу, створення спільнот для обговорення професійних питань.

Дослідження виявило, що сервіси соціальних мереж можуть слугувати потужним інструментом для активізації освітньої та наукової діяльності у майбутніх учителів початкової школи. Результати експерименту підтвердили, що використання сервісів соціальних мереж позитивно впливає на рівень залученості студентів та їхню готовність до професійної діяльності.

Дисертаційне дослідження підтвердило, що сервіси соціальних мереж можуть суттєво покращити процес підготовки майбутніх учителів початкової школи, сприяючи розвитку їхніх професійної та цифрової компетенцій та активізації навчальної діяльності. Результати дослідження мають практичне значення для педагогічних університетів і можуть бути використані для вдосконалення освітніх програм.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Кучаковської Галини Андріївни за темою «Використання сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи» обговорено та схвалено на засіданні кафедри педагогіки факультету початкової освіти та філології Хмельницької гуманітарно-педагогічної академії (протокол № 5 від 29 листопада 2024 р.).

Проректор з наукової роботи,  
доктор педагогічних наук,  
професор



Олександр ГАЛУС



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

бульвар Шовченка, 81, м. Черкаси, 18031, тел./факс: (0472) 354463, 372142  
e-mail: cis@edu.edu.ua Код ЄДРПОУ 02125622

03.10.2024 № 229/04-а

на № \_\_\_\_\_

**Довідка**

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
**Кучаковської Галини Андріївни** на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук за спеціальністю  
13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті (тема «Використання сервісів  
соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи»)

Дослідження Кучаковської Г.А. спрямоване на вивчення можливостей інтеграції сервісів соціальних мереж в освітній процес підготовки вчителів початкових класів. Основною метою було визначити, як ці сервіси можуть сприяти розвитку професійних якостей, комунікаційних навичок та активізації навчальної діяльності студентів.

Протягом 2022-2024 навчальних років на базі Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького Кучаковською Г.А. здійснювалося апробування методик підвищення рівня сформованості цифрової компетентності та активізації освітньої діяльності майбутніх учителів; вивчення діяльності викладачів щодо використання цифрових сервісів освітнього призначення та сервісів соціальних мереж як складника професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи; консультування викладачів щодо методичного забезпечення дисциплін для розвитку цифрової компетентності майбутніх учителів початкової школи.

Кучаковською Г.А. була розроблена модель використання сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи, спрямована на формування їх цифрової компетентності для ефективного провадження освітньої та майбутньої професійної діяльності, дослідним шляхом перевірена її ефективність.

У ході дослідження встановлено, що результати дозволяють істотно підвищити рівень залученості студентів в освітній процес та їхню готовність до використання цифрових сервісів соціальних мереж у професійної діяльності, та можуть бути рекомендовані для впровадження у практику закладів вищої освіти України.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Кучаковської Г.А. обговорено, схвалено та затверджено на засіданні кафедри АКІТ Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 2 від 02 жовтня 2024 р.).

Проректор з наукової, інноваційної  
та міжнародної діяльності



О.В. Спратайло



## УКРАЇНА

Національна академія педагогічних наук  
ІНСТИТУТ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПЕДАГОГІКИ І  
ПСИХОЛОГІЇ ІМЕНІ МИКОЛИ ЯРМАЧЕНКА  
вул. М. Берлінського, 9, м. Київ, 04060, тел. 468-14-81  
isenaesu@gmail.com; <http://ispukr.org.ua>

## UKRAINE

National Academy of Educational Sciences  
MYKOLA YARMACHENKO INSTITUTE OF  
SPECIAL EDUCATION AND PSYCHOLOGY  
9, M. Berlinskoho Str., Kyiv, 04060, tel. 468-14-81  
isenaesu@gmail.com; <http://ispukr.org.ua>

05.12.2024 № 2-07/449  
На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

### Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Кучаковської Галини Андріївни на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 –  
інформаційно-комунікаційні технології в освіті  
(тема «Використання сервісів соціальних мереж  
у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи»)

Провідні наукові положення та результати дисертаційного дослідження Кучаковської Г.А. були впроваджені у роботу Інституту спеціальної педагогіки і психології імені Миколи Ярмаченка Національної академії педагогічних наук України, зокрема курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників, впродовж 2021-2024 років.

Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій та імплементації їх на всіх рівнях освіти, особливо в реалізації парадигми 21 сторіччя – “навчання впродовж життя”, при цьому висуваються нові вимоги до освітнього процесу, що вимагає від нього бути більш інформатизованим, спрямованим на задоволення інформаційних потреб суспільства, розвитку та використання інформаційних систем, соціальних мереж та ресурсів.

Розроблена авторська модель використання сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової з відповідним науково-методичним та навчальним забезпеченням освітнього процесу була впроваджена на курсах підвищення кваліфікації в межах післядипломної педагогічної освіти.

Результати проведеного педагогічного експерименту засвідчили, що запровадження у практику розробленої моделі використання сервісів соціальних мереж у процесі підготовки майбутніх учителів початкової школи сприяло підвищенню рівня цифрової компетентності згаданих фахівців.

Результати впровадження обговорені і схвалені на засіданні відділу інклюзивного навчання Інституту спеціальної педагогіки і психології імені Миколи Ярмаченка Національної академії педагогічних наук України від 5 грудня 2024 Протокол № 11.

Заступник директора з наукової роботи  
Інституту спеціальної педагогіки і психології  
імені Миколи Ярмаченка НАПН України

Наталія ЯРМОЛА



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор  
Державної установи  
«Інститут геохімії навколишнього середовища  
Національної академії наук України»

Ю.Л. ЗАБУЛОНОВ

« 20 » 2026 р.

АКТ

впровадження у науково-дослідний процес

### 1. Найменування пропозиції для впровадження

Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення для побудови фізично-орієнтованих цифрових двійників, генерації синтетичних даних, моделювання процесів взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною та застосування методів штучного інтелекту для задач радіаційного моніторингу, ідентифікації джерел гамма-випромінювання, локалізації джерел іонізуючого випромінювання та підтримки прийняття рішень у системах екологічної та ядерної безпеки.

У науково-дослідний процес впроваджено результати досліджень щодо:

- розроблення фізично-орієнтованих цифрових двійників для генерації та валідації синтетичних наборів даних;
- створення алгоритмів моделювання ефективності гамма-захисту та процесів поширення випромінювання з використанням Monte Carlo моделювання (Geant4);
- застосування алгоритмів машинного навчання та згорткових нейронних мереж для ідентифікації радіоізотопів і слабких радіоактивних сигналів;
- використання алгоритмів комп'ютерного зору та інтелектуального аналізу даних для локалізації джерел іонізуючого випромінювання;
- розроблення інформаційно-аналітичних та кіберфізичних систем підтримки прийняття рішень для екологічного та радіаційного моніторингу із застосуванням безпілотних платформ.

Результати отримано в межах виконання наукових досліджень кафедри комп'ютерних наук Київського столичного університету імені Бориса Грінченка та спільних наукових робіт із Державною установою «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України».

### 2. Джерело інформації

1. Мельниченко Т.І., Кадошников В.М., Архипенко О.М., Носенко Т.І., Машкіна І.В., Одукалець Л.А., Михаловський С.В., Забулонов Ю.Л. *Nano-Functionalized Magnetic Carbon Composite for Purification of Man-Made Polluted Waters*. **C Journal of Carbon Research**, 2025, 11(4), 77. DOI: 10.3390/c11040077.
2. Марнієк С., Носенко Т. та ін. *Application of the Latest Design of Combined Adsorber-Settler Structure in the Purification (Deactivation) of Liquid Radioactive Wastes (LRW)*. In: **Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context (LRWT 2022)**. Lecture Notes in Civil Engineering, Vol. 469. Springer, 2024. P. 137–145. DOI: 10.1007/978-3-031-55068-3\_15.
3. *Machine Learning Algorithms for Cybersecurity of UAV-Based Environmental Monitoring Systems: Attack Simulation and Security Architecture*. Proceedings of the 11th International Congress on Information and Communication Technology (ICICT 2026). Springer (у друці).

4. Nosenko T., Zabulonov Y. et al. *High-Fidelity Monte Carlo Simulation of Gamma-Ray Shielding Efficiency for Nuclear Security Applications using Geant4 Toolset*. Proceedings of the 14th International Conference on Applied Innovation in IT (ICAII 2026), Germany (у друці).
5. Носенко Т.І., Машкіна І.В., Мельник І.Ю. Застосування одновимірних згорткових нейронних мереж для ідентифікації слабких радіоактивних сигналів у системах динамічного моніторингу. **Кібербезпека: освіта, наука, техніка**, 2025, №3(31), С. 781–791. DOI: 10.28925/2663-4023.2025.31.1074.
6. Забулонов Ю.Л., Буртняк В.М., Архіпенко О.М., Злобенко Б.П., Носенко Т.І., Одукалець Л.А. Розв'язання оберненої задачі локалізації джерел іонізуючого випромінювання методами комп'ютерного зору: від перетворення Хафа до субпіксельного уточнення. **Геохімія техногенезу**, 2025, 11(39), С. 47–55. DOI: 10.32782/geotech2025.39.
7. Guzii S., Danyliuk O., Nosenko T. *Extraction of Caesium and Strontium Ions from Weakly Active Radioactive Waters*. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Science, Education, Economy, Technology and Society: Challenges and Prospects for Interdisciplinary Development”, Austin, USA, 2025.
8. Guzii S., Zabulonov Yu., Pugach O., Tutsykyi D., Danyliuk P., Nosenko T. *The Use of Combined Plasma Chemistry Methods in the Design of the Main Plasma-Chemical Processing Units of the Laboratory Plant for Radioactive Waste Treatment*. **Material Science & Engineering International Journal**, 2025, 9(2), 56–61.
9. Носенко Т. Алгоритм семантичної верифікації даних для кібербезпеки систем моніторингу на БПЛА. Матеріали II International Scientific-Practical Conference “Global Trends in Science—Research, Innovation and Development”, Varna, Bulgaria, 2025.
10. Забулонов Ю., Носенко Т. Застосування алгоритмів згорткових нейронних мереж для ідентифікації радіоізотопів на основі синтетичних даних. Матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні системи і технології: результати і перспективи» (IST 2026). Київ, 2026. С. 361–363.
11. Носенко Т. Інтелектуальна система семантичної верифікації цілісності даних у кіберфізичних комплексах моніторингу довідля на базі БПЛА. Матеріали 3rd International Scientific Conference «Artificial Intelligence in Science and Education» (AISE 2026).

### 3. Ким впроваджено

Відділом ядерно-фізичних технологій Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України».

### 4. Термін впровадження в науково-дослідний процес

II квартал 2025 р. – I квартал 2026 р.

### 5. Ефективність впровадження у відповідності з критеріями, наведеними у джерелах інформації

Впроваджені математичні моделі, алгоритми та програмні засоби забезпечують підвищення ефективності наукових досліджень у сфері радіаційного моніторингу, ядерної та екологічної безпеки шляхом використання фізично-орієнтованих цифрових двійників, методів Monte Carlo моделювання та алгоритмів штучного інтелекту.

Застосування розроблених підходів дозволяє автоматизувати процес формування синтетичних наборів даних, підвищити якість валідації моделей машинного навчання, забезпечити відтворюваність досліджень, а також підтримати розроблення перспективних систем моніторингу та прийняття рішень на базі безпilotних платформ і кіберфізичних комплексів.

### 6. Показники ефективності


Розроблене математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення забезпечує можливість:

- автоматизованого створення фізично узгоджених синтетичних наборів даних для навчання моделей штучного інтелекту;
- моделювання ефективності гамма-захисту та сценаріїв радіаційного моніторингу з використанням цифрових двійників;
- застосування алгоритмів машинного навчання і згорткових нейронних мереж для задач ідентифікації радіоізотопів та аналізу слабких сигналів;
- використання алгоритмів комп'ютерного зору для локалізації джерел іонізуючого випромінювання;
- інтеграції отриманих результатів у науково-дослідну діяльність та освітній процес у сфері інформаційних технологій, ядерної безпеки та екологічного моніторингу.


#### 7. Зауваження, пропозиції

Істотних зауважень немає. Доцільним є подальший розвиток цифрових двійників та фізично-орієнтованих методів штучного інтелекту для задач радіаційного моніторингу, поводження з радіоактивними відходами та підтримки прийняття рішень у кіберфізичних системах екологічної безпеки.

**Відповідальний за впровадження**

  
/гол.наук.сп., д.т.н., проф. Валерій РОДІОНОВ/

**Завідувач відділу**

  
/акад. НАН України, д.т.н., проф. Юрій ЗЛБУЛОНОВ/

Додаток 2 Угоди про співпрацю Угоди про співпрацю

Департамент інформаційно-комунікаційних технологій виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації)

Спеціалізоване комунальне господарство «Київтелесервіс»

Комунальне господарство «Головний інформаційно-обчислювальний центр» (ГІОЦ)

Комунальне підприємство «Інформатика»

Глобальна компанія у сфері цифрової інженерії та технологічних сервісів SoftServe

Виробник мережного обладнання Huawei Ukraine

Українська технологічна компанія Ajax Systems

ІТ компанія Viatec

Оператор мобільного зв'язку lifecell Україна

Оператор мобільного зв'язку Київстар

Державне підприємство «ІНФОТЕХ»

Системний інтегратор і дистриб'ютор телекомунікаційного обладнання в Україні «DEPS»

Unitsoft

Інтернет-провайдер Фрінет

ПП "ЕС ЕНД БІ СИСТЕМС"

ТОВ "УКР-ОН"

ІТ компанія GlobalLogic

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України;

Навчальний центр з підготовки ІТ фахівців «DAN.IT»

КПНЗ Київська Мала академія наук учнівської молоді

Ліцей інформаційних технологій № 79, м. Київ

Спеціалізовані школи №№ 3, 61 з поглибленим вивченням  
інформаційних технологій, м. Київ

Спеціалізована школа № 214, м. Київ

Ліцей інформаційних технологій № 79, м. Київ

16. Департамент інформаційно-комунікаційних технологій КМДА

18. ТОВ «ФРІНЕТ»

19. ТОВ «Українські інформаційні технології»

Додаток 3 Нагороди студентів в олімпіадах та конкурсах студентський наукових робіт



