

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації

на тему «Методи та засоби інтеграції знань в моделі штучного інтелекту медичних діагностичних комплексів»

(назва роботи)

здобувача наукового ступеня доктора філософії

Чабана Олександра Романовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

з галузі знань 12 Інформаційні технології

(шифр, назва галузі знань)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

(шифр, назва спеціальності)

Публічна презентація проведена на кафедрі комп'ютерних наук
« 03 » березня 2026 року, протокол № 1.

1. Актуальність теми дослідження. Сучасний етап розвитку медичної науки та клінічної практики характеризується експоненціальним зростанням обсягів діагностичних даних. Оброблення, аналіз та інтерпретація значних обсягів даних вимагає впровадження новітніх інформаційних технологій, зокрема систем штучного інтелекту (ШІ). Суттєвий прогрес у галузі комп'ютерного виявлення та діагностування зумовлений розвитком методів глибокого навчання, які продемонстрували високу здатність апроксимувати складні нелінійні залежності.

Проте класичні статистичні методи досягли межі своєї ефективності. Це зумовлено характерним для медичної галузі дефіцитом анотованих наборів даних, високою варіативністю діагностичного обладнання (явище «доменного зсуву») та наявністю «семантичного розриву» між ознаками низького піксельного рівня та високорівневими клінічними поняттями. Ігнорування верифікованих медичних знань (анатомічних, фізіологічних тощо) призводить до створення моделей, які є вразливими до стохастичних збурень, погано інтерпретованими (ефект «чорної скриньки») та схильними до топологічних і логічних помилок. Такі опущення в процесі оброблення медичних даних створюють системні бар'єри для безпечного клінічного впровадження ШІ.

Отже, актуальною науково-прикладною задачею є підвищення точності та клінічної обґрунтованості процесу прийняття рішень у медичних діагностичних комплексах через створення методів та засобів інтеграції експертних знань у моделі штучного інтелекту.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведено, відповідно до плану науково-дослідної тематики Хмельницького національного університету в межах виконання держбюджетної науково-дослідної теми ГУ 57-2024 «Інтелектуальна система розпізнавання дефектів об'єктів зеленої енергетики із використанням БПЛА» (№ державної реєстрації 0124U004665; фінансується коштом зовнішнього інструменту

допомоги Європейського Союзу в рамках програми «Горизонт 2020»), у якій здобувач був виконавцем у частині розроблення інтелектуальних моделей.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1) удосконалено метод адаптивної дистиляції знань від моделей-вчителів до моделі-учня, який відрізняється від аналогів використанням динамічного ансамблю моделей-вчителів зі спеціалізованою моделлю для змагальної адаптації домену та механізмом селективної фільтрації, що дає змогу накопичувати досвід із різних клінічних доменів та передавати його компактній моделі-учню, підвищуючи в такий спосіб точність процесу прийняття рішень за варіативності вхідних даних;

2) удосконалено метод встановлення смислових зв'язків у медичних текстах, який, на відміну від наявних, поєднує інтеграцію онтологічних знань та явне кодування інформації про тональність і заперечення, що підвищує точність інтерпретації клінічних записів та забезпечує логічну узгодженість висновків;

3) розроблено новий метод сегментації зображень магнітно-резонансної томографії серця, який ґрунтується на синергетичному поєднанні механізму експертно-керованої уваги для фокусування на складних ділянках та спеціалізованої функції втрат із топологічними обмеженнями на основі знакової відстані, який, на відміну від наявних підходів, дає змогу явно кодувати вкладеність та суміжність анатомічних структур, що забезпечує підвищення точності визначення меж органів та усунення топологічних артефактів;

4) розроблено новий метод ідентифікації патологій серця за зображенням магнітно-резонансної томографії із використанням графової згорткової мережі, орієнтованої на знання, який, на відміну від відомих рішень, реалізує парадигму реляційного міркування на графах, де вузли об'єднують гібридні візуальні та морфологічні ознаки, а матриця суміжності формується як суперпозиція просторових зв'язків та клінічних кореляцій із медичних настанов, що дає можливість підвищити точність класифікації діагнозів та забезпечити інтерпретованість прийнятих рішень.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації. На основі розроблених математичних моделей спроектовано та реалізовано програмний комплекс «IDK Medical AI», що побудований за принципами модульної мікросервісної архітектури. Результативність методів підтверджено на еталонних медичних наборах даних.

Впровадження удосконаленого методу адаптивної дистиляції знань від моделей-вчителів до моделі-учня забезпечило підвищення метрики точності класифікації (AUC-ROC) на цільовому домені до 81,45 % за наявності лише 500 розмічених зразків; встановлено приріст на 8,8 % порівняно з базовими методами адаптації. Удосконалений метод встановлення смислових зв'язків у медичних текстах досяг точності 81,14 % (F1 79,85 %), суттєво покращивши виявлення медичних заперечень. Застосування нового методу сегментації до аналізу зображень магнітно-резонансної томографії серця дало змогу знизити метрику просторової похибки HD95 для міокарда з 9,8 мм до 6,5 мм,

збільшивши коефіцієнт Дайса для лівого шлуночка до 95,5 %, усунувши при цьому критичні топологічні артефакти. Розроблений новий метод ідентифікації патологій серця за зображенням магнітно-резонансної томографії із використанням графової згорткової мережі забезпечив точність класифікації 5 патологічних станів серця на рівні 94,0 %, перевершивши базові згорткові нейронні мережі на 9,0 %, зберігаючи при цьому стійкість до локальних шумів сегментації. Комплексне застосування розроблених методів забезпечує анатомічну, логічну та семантичну достовірність результатів, перетворюючи «чорну скриньку» нейронних мереж на прозорий інструмент для лікаря.

5. Використання результатів роботи. Одержані теоретичні та практичні результати впроваджено у: навчальний процес Львівського торговельно-економічного університету (акт від 28.10.2025) для викладання дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних» та «Методи та системи штучного інтелекту»; діяльність «Хмельницької інфекційної лікарні» ХМР (акт від 12.11.2025) для автоматизованого аналізу анонімізованих ультразвукових досліджень серця; виробничий процес ТОВ «КЦ НЕЙРОН» (акт від 22.10.2025) під час розроблення систем підтримки прийняття рішень; а також використано під час виконання держбюджетної науково-дослідної теми Хмельницького національного університету (№ держреєстрації 0124U004665).

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі на тему «*Методи та засоби інтеграції знань у моделі штучного інтелекту медичних діагностичних комплексів*». Усі основні наукові результати, викладені в дисертації, отримані автором самостійно.

Дисертаційна робота виконана на базі кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету, наукові керівники: доктор технічних наук, професор Манзюк Едуард Андрійович та кандидат технічних наук, доцент Кльоц Юрій Павлович.

Дисертаційну роботу Чабана Олександра Романовича перевірено на текстові запозичення з використанням системи StrikePlagiarism українською та англійською мовами:

1) КП 1 – 7,73 % та КП 2 – 1,23 % у результаті перевірки дисертації українською мовою;

2) КП 1 – 6,89 % та КП 2 – 1,07 % у результаті перевірки дисертації англійською мовою.

У результаті фахової перевірки дисертації встановлено, що виявлені текстові збіги відповідають загальновідомим термінам, фразам та об'єктивним описам методологій у розділі аналізу літературних джерел; знайдені збіги не стосуються авторських напрацювань і результатів дослідження. Розглянувши звіт щодо перевірки на плагіат, встановлено, що дисертаційна робота Чабана О. Р. є результатом самостійних досліджень здобувача й не містить елементів академічного плагіату та неправомірних запозичень. Усі використані ідеї, результати й тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

Дисертація характеризується єдністю змісту та цілком відповідає вимогам щодо її оформлення. Усі частини тексту дисертації, під час написання яких використовувались технології штучного інтелекту, перевірені та відредаговані особисто здобувачем.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковані 12 наукових праць. Основні результати дисертації викладені у: 1 статті у фаховому науковому журналі України, що включений на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії А та який індексується в наукометричній базі Scopus; 3 статтях у фахових наукових журналах України, що включені на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б, одна з яких, згідно із п.8 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (із змінами), може бути зарахована як 0,5 публікації, оскільки число співавторів у ній (разом із здобувачем) становить більше двох осіб – **отже, для захисту зараховано 3,5 наукових публікації з викладеними основними результатами досліджень.**

Крім цього, результати дисертації викладені у 6 публікаціях у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (поміж яких 2 наукові праці, що входять наукометричної бази Scopus), 1 свідоцтві про реєстрацію авторського права твір (комп'ютерна програма), а також 1 розділі в колективній монографії.

Наукові 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. Chaban O., Manziuk E., Radiuk P. Method of adaptive knowledge distillation from multi-teacher to student deep learning models. *Journal of edge computing*. 2025. Vol. 4, no. 2. P. 159–178. URL: <https://doi.org/10.55056/jec.978> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Здобувачем О. Чабаном самостійно удосконалено метод адаптивної дистиляції знань від моделей-вчителів до моделі-учня глибокого навчання, а також проведено експериментальні дослідження та аналіз результатів. Е. Манзюк здійснив загальне керівництво дослідженням, сформулював методологічну концепцію методу та визначив стратегію валідації результатів. П. Радюк виконав програмну реалізацію модулів навчання ансамблю вчителів і моделі-учня.

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

2. Чабан О. Р. Метод інтеграції доменних знань на основі графових нейронних мереж для сегментації зображення МРТ серця. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2026. Т. 361, № 1. С. 452–457. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-361-62>

Наукова праця підготовлена О. Чабаном одноосібно. У ній здобувач самостійно запропонував метод інтеграції доменних знань на основі графових нейронних мереж, який призначений для покращення точності сегментації зображень МРТ серця.

3. Чабан О. Р. Метод поєднання контекстних векторних представлень слів із векторним поданням медичного домену. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025. Вип. 82, № 2. С. 297–301. URL: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-82-42>

Дослідження виконано О. Чабаном одноосібно. Автор розробив підхід щодо поєднання контекстних векторних представлень слів із векторним поданням медичного домену для ефективнішого аналізу текстів.

4. Чабан О., Манзюк Е., Дука О. Метод інтегрування доменних знань у багатостратегічну класифікацію медичних зображень. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2024. Т. 337, № 3(2). С. 231–236. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-3-34>

Здобувачем О. Чабаном створено новий метод інтегрування доменних знань у багатостратегічну класифікацію медичних зображень. Е. Манзюк надав науковій консультації щодо теоретичних принципів інтеграції доменних знань у класифікаційні моделі глибокого навчання. О. Дука брав участь у підготовці, очищенні та попередній обробці наборів медичних зображень для забезпечення високої якості експериментальної перевірки.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Intelligent information system for knowledge integration into artificial intelligence models / О. Chaban et al. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Advanced Applied Information Technologies: AI & DSS: CEUR-Workshop Proceedings, Khmelnytskyi, Ukraine, Zilina, Slovakia, 5 December 2025*. Aachen, 2026. P. 145–161. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-4163/paper13.pdf>

О. Чабан спроектував архітектуру інтелектуальної інформаційної системи інтеграції знань у моделі штучного інтелекту. Е. Манзюк брав участь у проектуванні високорівневої архітектури інтелектуальної системи та визначенні її ключових компонентів. П. Радюк розробив програмний модуль для стандартизованої обробки, конвертації та анонімізації даних у форматах DICOM та NIfTI. О. Зайцева та О. Маркевич надали фахові консультації щодо медичних аспектів, сформулювали клінічні вимоги до системи та критерії валідності діагностичних висновків.

6. Knowledge-integrated graph networks for interpretable cardiac MRI analysis / О. Chaban et al. *Proceedings of the 8th international conference on informatics & data-driven medicine : CEUR-Workshop Proceedings, Lviv, Ukraine, 19–20 November 2025*. Aachen, 2025. P. 1–14.

Здобувач О. Чабан запропонував метод ідентифікації патологій серця за зображенням МРТ на основі графових нейронних мереж. Е. Манзюк консультував із питань архітектурних особливостей використання графових нейронних мереж для задач медичної діагностики. П. Радюк допоміг із технічним налаштуванням гіперпараметрів нейромережевої моделі та оптимізацією процесу навчання. О. Маркевич надала верифіковані клінічні МРТ-дані та здійснила експертну оцінку отриманих результатів сегментації. С. Петровський виконав детальне анування медичних даних та провів статистичний аналіз обчислювальних результатів.

7. EMTKD at the edge: An adaptive multi-teacher knowledge distillation for robust cardiac MRI classification / O. Chaban et al. *Proceedings of the 5th edge computing workshop (doors 2025)* : CEUR-Workshop Proceedings, Zhytomyr, 4 April 2025. Aachen, 2025. P. 42–57. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3943/paper09.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Здобувачем О. Чабаном реалізовано адаптивну дистилляцію знань для класифікації зображень МРТ серця на периферійних пристроях. Е. Манзюк провів наукове керівництво над дослідженням методів адаптивної дистилляції для обмежених периферійних пристроїв. О. Маркевич надала консультації щодо специфіки класифікації рідкісних патологій серця на МРТ. С. Петровський виконав порівняльний аналіз результатів роботи моделі в умовах зміщення домену. П. Радюк брав участь у програмній реалізації алгоритму адаптивного зважування вчителів та механізму псевдоміток.

8. Чабан О. Р., Манзюк Е. А. Підхід до інтегрування експертних знань в модель U-Net для сегментування зображень МРТ серця. *Нейромережні технології та їх застосування НМТЗ-2024* : матеріали XXII Міжнар. наук. конф., м. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, 11–12 груд. 2024 р. Краматорськ, 2024. С. 145–149. URL: <https://elar.khmn.edu.ua/handle/123456789/17766>

Здобувачем О. Чабаном розроблено підхід до інтегрування експертних знань у модель U-Net для сегментування зображень. Е. Манзюк надав детальні консультації щодо модифікації базової архітектури U-Net механізмами просторової уваги.

9. Чабан О. Р., Манзюк Е. А. Метод дистилляції знань від моделей-вчителів до моделі учня глибокого навчання. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2024* : матеріали XVI Всеукр. науково-практ. конф., м. Хмельницький, 15–16 листоп. 2024 р. Хмельницький, 2024. С. 196–199. URL: <https://elar.khmn.edu.ua/handle/123456789/17767>

Здобувачем О. Чабаном самостійно досліджено метод адаптивної дистилляції знань та кількісно підтверджено його ефективність. Е. Манзюк брав участь в розробленні концепту дослідження, обговоренні отриманих результатів та формуванні висновків щодо інтерпретації результатів адаптивної дистилляції знань.

10. Chaban O., Manziuk E. Enhancing medical NLI with integrated domain knowledge and sentiment analysis. *Proceedings of the 12th international conference information control systems & technologies (ICST 2024)* : CEUR-Workshop Proceedings, Odesa, Ukraine, 23–25 September 2024. Aachen, 2024. P. 262–272. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3790/paper23.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus)

Здобувач О. Чабан удосконалив метод встановлення смислових зв'язків у медичних текстах через інтеграцію доменних знань та аналізу тональності. Е. Манзюк консультував автора щодо оптимального вибору методів аналізу тональності безпосередньо в неструктурованих медичних текстах.

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації

11. Комп'ютерна програма "Інтелектуальна інформаційна система інтеграції знань в моделі штучного інтелекту медичних діагностичних комплексів": а. с. 141364 Україна : CR3113021225 / О. Р. Чабан, Е. А. Манзюк, П. М. Радюк. № с202508817; заявл. 10.10.2025; опубл. 02.12.2025, Бюл. № 92. 20 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/simple/>

О. Чабан виконав загальну програмну реалізацію розробленої інтелектуальної інформаційної системи та забезпечив отримання авторського свідоцтва на комп'ютерну програму. Е. Манзюк та П. Радюк брали участь у розробці та кодуванні окремих програмних модулів системи.

12. Chaban O. Integrating diagnostic models: a revolutionary approach in AI-driven healthcare. AI-Driven Transformation: Mapping the Course for Future Business Landscapes : Monograph / Gen. edit. O. Prokopenko, M. Järvis, Tallinn: Teadmus OÜ, 2024, P. 204–216. URL: <https://conference.euas.eu/2023/wp-content/uploads/2024/03/Monograph2023.pdf>

Розділ колективної монографії підготовлений здобувачем О. Чабаном одноосібно. У ньому здобувач виконав ґрунтовний аналітичний огляд сучасного стану технологій штучного інтелекту в медицині, визначив ключові системні проблеми та чітко окреслив перспективи інтеграції діагностичних моделей.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Чабана Олександра Романовича «Методи та засоби інтеграції знань у моделі штучного інтелекту медичних діагностичних комплексів», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Хмельницького національного університету зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Методи та засоби інтеграції знань у моделі штучного інтелекту медичних діагностичних комплексів», подану Чабаном Олександром Романовичем на здобуття ступеня доктора філософії, до захисту.

Головуюча публічної презентації:

Завідувач кафедри
комп'ютерних наук
Хмельницького національного
університету
д.т.н., професор



Олександр БАРМАК