

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне
значення результатів дисертації**

ОСТАПЮКА ВОЛОДИМИРА ВІКТОРОВИЧА

**на тему: «Агентні моделі в інформаційній технології інтелектуального
моніторингу»**

**для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 –
Інженерія програмного забезпечення**

Публічна презентація наукових результатів дисертації відбулася на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем (далі — ПЗАС) Черкаського державного технологічного університету (далі - ЧДТУ) 13 травня 2026 року, протокол № 13

ПРИСУТНІ:

Голуб С. В., завідувач кафедри ПЗАС, д.т.н., професор

Немченко В. В., доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент

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

Півень О. Б., доцент кафедри ПЗАС, к.ф.м.н., доцент

Куницька С. Ю., доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент

Метелла В. В., доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент

Салапатов В. І., доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент

Немов Р. Г., асистент ПЗАС

Олексюк В. В., доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент

Білоніг А. В., аспірант, асистент ПЗАС

Щебалін О. О., аспірант ПЗАС

Ємеянов С. А., аспірант ПЗАС

Заспа Г. О., доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент

Савельєв М. В., старший науковий співробітник відділу радіаційного матеріалознавства та радіаційного приладобудування НАН України, к.т.н

Білоус І. В., завідувач кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії Національного університету “Чернігівська Політехніка”, к. т. н., доцент

Байбуз О. Г., завідувач кафедри інженерії програмного та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д.т.н., професор

Тему дисертації було затверджено на засіданні вченої ради факультету інформаційних технологій і систем 11 травня 2026 року (протокол № 12).Науковий керівник: д.т.н., професор Голуб Сергій Васильович — призначений наказом ЧДТУ № 250/04 від 26.09.2022.

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність роботи зумовлена зростаючою складністю та динамічністю середовищ, у яких функціонують сучасні розподілені інформаційні системи та мікросервіси. У процесі експлуатації таких систем відбувається неминуча зміна статистичних властивостей даних та режимів функціонування.

Традиційні статичні засоби моніторингу в таких умовах втрачають адекватність, що призводить до пропуску критичних збоїв. Виникає проблема між динамічною природою об’єкта та статичністю засобів спостереження. Вирішенням є створення моніторингових агентів, здатних до автономного синтезу адаптивних моделей, що забезпечують високу точність без втручання людини.

Складність цього завдання підтверджується сучасними дослідженнями у галузі MLOps (Machine Learning Operations). У реальних умовах статистичні властивості даних постійно змінюються, що призводить до явища «дрейфу концепцій» (concept drift) [89]. Оскільки в потоках

телеметрії неможливо миттєво отримати істинні мітки (ground truth) для нових даних, традиційні методи моніторингу помилок стають неефективними. Тому виникає гостра потреба у використанні методів виявлення дрейфу без вчителя (unsupervised drift detection), які здатні працювати в режимі реального часу [8; 50].. Саме тому моніторинговий агент повинен вміти автономно адаптувати свою структуру до цих непередбачуваних змін.

Вагомий внесок у розвиток методів системного аналізу, інтелектуального моніторингу, агентного моделювання, машинного навчання та інженерії MLOps зробили такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як Сергієнко І.В., Морозов А.О., Голуб С.В., Снітюк В.Є., Breiman L., Wolpert D.H., Quinlan J.R., Gama J., Sculley D., Zaharia M. Та інші.

Незважаючи на значні досягнення у цих напрямках, залишаються відкритими питання щодо рівня автоматизації процесів побудови складних ансамблів. Відомі засоби AutoML здебільшого сфокусовані на оптимізації поодиноких моделей, що ускладнює їх застосування для формування багатопарових архітектур зі збагаченням простору ознак. Водночас платформи управління життєвим циклом (MLOps) часто потребують імперативного програмування для налаштування взаємодії між алгоритмами, а традиційні формати серіалізації мають обмеження щодо опису багатокрокових конвєсів. Це створює перешкоди для впровадження повністю автономних моніторингових агентів.

З огляду на це, актуальною науково-прикладною проблемою є вдосконалення методів багатопарового синтезу моделей та розроблення інструментів їх відтворюваного виконання. Вирішення цієї проблеми сприятиме підвищенню точності прогнозування агентами в умовах неоднорідних даних, дозволить автоматизувати процеси керування архітектурою ансамблів та спростить надійне перенесення навчених моделей у середовище інтелектуального моніторингу.

Робота виконана у відповідності до тематики наукових планів кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем Черкаського державного технологічного університету в рамках науково-дослідних робіт «Програмні агенти в інформаційній технології кризового інтелектуального моніторингу» (№ державної реєстрації 0121U113866, 2022-2023 рр.), та «Інтелектуальний моніторинг кібербезпеки корпоративної мережі програмними агентами» (№ державної реєстрації 0125U001347, 2025-2027 р.р.), де автор був виконавцем окремих розділів.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування моніторингового програмного агента у інформаційній технології інтелектуального моніторингу шляхом розробки методів побудови та програмної реалізації багат шарових агентних моделей.

Відповідно до поставленої мети в роботі сформульовані такі завдання:

1. Проаналізувати існуючі методи побудови та програмної реалізації моделей машинного навчання, які можуть бути використані при побудові моніторингових програмних агентів.
2. Розробити метод підвищення точності агентних моделей за рахунок зростання однорідності точок спостереження шляхом використання кластеризації вхідних даних та інтеграції прогнозів спеціалізованих кластерних моделей як додаткових ознак.
3. Удосконалити метод синтезу багат шарових моделей (рециркуляція) шляхом залучення різнотипних алгоритмів машинного навчання для формування структурних шарів.
4. Розвинути метод багат шарового синтезу за рахунок формалізації процесів конструювання алгоритмів на основі спрямованого ациклічного графу (DAG) для забезпечення багатоетапності та детермінізму обчислень.

5. Побудова інформаційної технології проектування програмного забезпечення моніторингових програмних агентів у середовищі інтелектуального моніторингу.

Об'єктом дослідження є процес функціонування моніторингового програмного агента в умовах динамічного середовища інтелектуального моніторингу.

Предметом дослідження є методи побудови та засоби програмної реалізації багат шарових агентних моделей.

2. Формулювання наукової задачі, нове розв'язання якої отримано в дисертації.

У дисертаційній роботі розв'язано науково-прикладне завдання підвищення ефективності функціонування моніторингового програмного агента в інформаційній технології інтелектуального моніторингу шляхом розробки методів побудови та засобів програмної реалізації багат шарових агентних моделей

3. Наукова положення, розроблені особисто дисертантом, їхня новизна

Дисертаційне дослідження містить у собі наступні наукові положення розроблені особисто дисертантом:

Вперше запропоновано метод багат шарового синтезу агентних моделей, який заключається у формуванні масиву вхідних даних, синтезу моделі, добавленні сигналу із виходу моделі до масиву вхідних даних і повторного синтезу моделі, який, на відміну від існуючих, використовує кластеризацію вхідних даних і побудову для кожного кластеру моделей, що дозволяє підвищити точність і адекватність результатів моделювання та профілювати метод проектування програмного забезпечення агента за рахунок підвищення однорідності точок спостереження у кластерах.

Удосконалено метод синтезу багат шарових моделей та їх програмної реалізації шляхом зростання різноманітності структури шарів,

що дозволяє підвищити повноту опису об'єкта та покращити результати моделювання.

Набув подальшого розвитку метод багат шарового синтезу агентних моделей за рахунок використання у процесі проектування алгоритмів синтезу моделей та їх програмного забезпечення спрямованого ациклічного графу (DAG), що дозволяє забезпечити багатоетапність процесу удосконалення структури моделі шляхом обробки сигналів на виході та використання моделей, побудованих у різних середовищах.

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

Наукові положення, висновки та рекомендації роботи обґрунтовані в повній мірі. Обґрунтованість отриманих теоретичних результатів дисертації базується на коректному застосуванні методів системного аналізу, теорії машинного навчання, методів параметричної оптимізації, а також теорії графів (для математичного подання спрямованих ациклічних графів обчислень).

Для підтвердження висунутих наукових положень здобувачем виконані дослідні випробування на основі розробленого програмного забезпечення моніторингового агента з використанням мови програмування Python та сучасних бібліотек машинного навчання. Оптимізація гіперпараметрів реалізована за допомогою фреймворку Optuna, а для забезпечення прозорості та відтворюваності розроблено предметно-орієнтовану мову (DSL) на базі формату JSON. Експериментальне тестування запропонованих методів проведено на трьох відкритих гетерогенних наборах табличних даних із застосуванням загальноприйнятих метрик оцінки якості регресійних моделей (RMSE, MAE, R^2).

Рівень теоретичної підготовки здобувача, його особистий внесок у розв'язання конкретного наукового завдання. Рівень обізнаності здобувача з результатами наукових досліджень інших учених.

Дисертантом виконано змістовне дослідження предметної області, розглянуто основні алгоритми, методи та засоби побудови моніторингових програмних агентів і платформ управління життєвим циклом машинного навчання (MLOps). На основі опрацювання значної кількості літературних джерел та наукових публікацій автором роботи враховані останні наукові досягнення в обраному напрямі дослідження. Отримані результати свідчать про ґрунтовні теоретичні знання дисертанта в галузі інженерії програмного забезпечення, методів машинного навчання, проєктування складних ансамблевих архітектур та інформаційних технологій інтелектуального моніторингу.

Наукове та практичне значення роботи.

Наукове значення роботи полягає в розробленні нового методу синтезу агентних моделей на основі кластеризації та підвищення однорідності простору ознак, удосконаленні методу багат шарової рециркуляції шляхом залучення гетерогенних алгоритмів машинного навчання, а також розвитку методу подання процесів конструювання моделей на основі спрямованого ациклічного графу (DAG).

Практичне значення результатів роботи підтверджується створенням інформаційної технології та розробкою програмного забезпечення моніторингового агента. Застосування декларативного підходу дозволяє генерувати самодостатні відтворювані пакети, що вирішує інженерну проблему MLOps щодо надійного перенесення навчених багат шарових ансамблів у середовище експлуатації систем інтелектуального моніторингу.

Використання результатів роботи

Результати роботи можуть бути використані в діяльності підприємств, установ, організацій будь-якої форми власності та сфери бізнесу в процесі проектування, розгортання та експлуатації інформаційних технологій інтелектуального моніторингу та автоматизованого аналізу даних.

Практичне значення результатів роботи підтверджується впровадженням розроблених методів синтезу багатoshарових агентних моделей та засобів їх програмної реалізації (на основі спрямованого ациклічного графа) у практику оптимізації планування та оперативного управління матеріальними ресурсами в ТОВ «ОСТО-ІНВЕСТ» (акт використання наукових результатів № 1 від 30.09.2025 р.) та в діяльність з оцінювання й аналітичного супроводу процедур публічних закупівель у ТОВ «РМ КОНСАЛТИНГ ГРУП» (акт впровадження результатів дисертаційних досліджень від 02.03.2026 р.).

Повнота викладу матеріалів дисертації.

Результати проведеного дисертаційного дослідження було опубліковано у 14 наукових працях, а саме: 4 у наукових фахових виданнях (із них 4 у співавторстві), 1 стаття (у співавторстві) у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, 9 тези доповідей (із них 8 у співавторстві) у збірниках матеріалів конференцій.

Повний перелік публікацій:

Наукові праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Ostapiuk V., Holub S. Model Synthesis Algorithms for a Monitoring Software Agent. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems*. ред. Volodymyr Kazymyr, Anatoliy Morozov, Alexander Palagin, Serhiy Shkarlet, Nikolai Stoianov, Dmitri Vinnikov, Mark Zheleznyak. Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. С. 113–129. DOI:10.1007/978-3-031-67348-1_9.

2. Holub S. V., Ostapiuk V. V. Machine learning of multilayer models of a monitoring software agent. *Mathematical machines and systems*. Vol. 2, 2025. P. 76–96. DOI:10.34121/1028-9763-2025-2-76-95.

3. Голуб С.В, Остапюк В. Підвищення однорідності вхідних даних у методах машинного навчання ансамблів моделей. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. Vol. 29, 2025. P. 131–155. DOI:10.15421/432513

4. Holub S. V., Ostapiuk V. V. A DECLARATIVE APPROACH TO THE DESIGN AND REPRODUCIBLE LEARNING OF COMPLEX MODEL STRUCTURES FOR MONITORING SOFTWARE AGENTS. *Ukrainian Journal of Information Technology*. Vol. 7, Issue 2. P. 1–8. DOI:10.23939/ujit2025.02.001

5. Holub S. V., Ostapiuk V. V. DAG-oriented representation of model synthesis algorithm construction processes by monitoring software agents. *Mathematical machines and systems*. Vol. 1, 2026. P. 73–86. DOI:10.34121/1028-9763-2026-1-73-86

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Остапюк В., Голуб С. Дослідницький застосунок для побудови моніторингових агентів. *Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання*. Івано-Франківськ, 2023 P. 101–103

7. Остапюк В., Голуб С. Методи штучного інтелекту для вирішення задачі виявлення ключових слів публікацій у соціальних мережах. *Інформація, комунікація, суспільство 2024*. P. 138–140.

8. Остапюк В., Голуб С. Методи штучного інтелекту для вирішення задачі виявлення рівня аварійності обладнання у робототехнічних системах. *ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК 2024)*. Київ, 2024 P. 398–400.

9. Остапюк В., Голуб С.В Багатошарові архітектури машинного навчання як інструмент аналізу складних даних сенсорів у робототехнічних

системах. *Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2025)*. Вісімнадцята міжнародна науково-практична конференція. Київ, 2025 Р. 362–364.

10. Остапюк В., Голуб С. Роль методів інтерпретації машинного навчання, зокрема SHAP, в аналізі та сегментації користувачів соціальних мереж. *XIV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ІНФОРМАЦІЯ, КОМУНІКАЦІЯ, СУСПІЛЬСТВО 2025» ПРИСВЯЧЕНА ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА АНДРІЯ ПЕЛЕЩИШИНА*. Львів, 2025. ISBN 978-966-994-052-0. Р. 83–84. [37]

11. Остапюк В., Голуб С. Новітні підходи до кластерного призначення даних на основі інтерпретації моделей машинного навчання. *Сучасні інформаційні технології та системи штучного інтелекту. Матеріали 1-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Частина 1 Сучасні інформаційні технології та системи штучного інтелекту*. Харків-Яремче, 2025 Р. 134–137

12. Остапюк В., Голуб С. Інструменти для моделювання прогнозних алгоритмів. *Modern problems of science, education and society. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua"*. Kyiv, 2023 Р. 21–27[32]

13. Остапюк В., Голуб С. Концептуальні підходи до адаптивного синтезу моделей для задач інтелектуального моніторингу. *Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання*. Івано-Франківськ, 2025 Р. 142–143

14. Остапюк В. Штучний інтелект, як ресурс посилення цивілізаційних спроможностей. Розвиток наукової думки: актуальні питання, досягнення та інновації. *Молодий вчений*. Хмельницький-Одеса, 2023 Р. 86–89.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, що виносяться на захист отримані здобувачем особисто. З наукових праць, опублікованих у

співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача.

У публікаціях написаних у співавторстві, здобувачеві належать: [1] – визначення проблеми обробки табличних даних, розгляд проблеми прогнозування часових рядів; [2] – представлено результати удосконаленого методу рециркуляції; [3] – описано метод підвищення однорідності; [4] – представлено декларативний підхід до проектування моніторингових агентів; [5] – представлено метод подання процесів конструювання АСМ на основі спрямованого ациклічного графу; [6, 8, 12] – загальні принципи побудови програмного комплексу моніторингового агента, [7.. 9] – демонструє можливі сфери застосування запропонованих методів, [10, 11, 13] – розгляд перспективних напрямків інтерпретації результатів прогнозних моделей, [38] – загальний огляд поточного стану розвитку технологій штучного інтелекту.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні та практичні результати досліджень доповідались та обговорювались на наступних конференціях:

- XVII Міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК-2024) (Київ, Україна, 2024 р.)
- XIII Міжнародна наукова конференція «Інформація, комунікація, суспільство – 2024» (Львів, Україна, 2024 р.)
- I Міжнародна науково-практична конференція «СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ MIT&AIS-2025» (Харків, Україна, 2025 р.)
- Міжнародна науково-практична конференція “Інформаційні технології та комп’ютерне моделювання – 2025” (Івано-Франківськ, Україна, 2025 р.)

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертацію написано з дотриманням норм і правил граматики, а стиль викладу в ній матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття. Дисертація повною мірою відповідає п. 6, 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення спеціалізованої вченої ради ЧДТУ». Р

Робота містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які виконують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 - Інформаційні технології. Дисертацію виконано державною мовою та відповідно до наявних вимог щодо оформлення.

11. Відповідність змісту дисертації освітньо-науковій програмі, з якої вона подається до захисту.

Зміст дисертації повністю відповідає освітньо-науковій програмі «Інженерія програмного забезпечення» спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення.

12. Рекомендація дисертації до захисту.

Враховуючи рівень наукових досліджень, актуальність теми дисертаційної роботи та наукову новизну отриманих результатів, учасники фахового семінару кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем одноголосно ухвалили рішення затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Остапука Володимира Вікторовича на тему «Агентні моделі в інформаційній технології інтелектуального моніторингу» для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення галузі знань 12 — Інформаційні технології та рекомендувати до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді Черкаського державного технологічного університету.

У голосуванні брали участь 16 осіб. Результати голосування:
«ЗА»-16,
«ПРОТИ»-немає
УТРИМАЛИСЬ - немає.

Головуючий
завідувач кафедри
програмного забезпечення
автоматизованих систем,
д.т.н, професор



Сергій Голуб