



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
Національного університету  
«Львівська політехніка»

*Юлія ДЕМЦОВА*

" \_\_\_\_\_ 2024 р.

### Висновок

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «**Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах**»

здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю  
**122 Комп'ютерні науки (галузь знань 12 Інформаційні технології)**  
Гордійчук-Бублівської Олени Василівни

розширеного міжкафедрального наукового семінару кафедри  
автоматизованих систем управління

#### 1. Актуальність теми дисертації

Опрацювання даних і їх оптимізація відіграють важливу роль у роботі інформаційних систем. Використання інформаційних технологій сприяє швидкому опрацюванню значного обсягу даних. Пошук та аналіз інформації дає змогу, зокрема, контролювати стан систем Промислового Інтернету речей (IIoT) і підвищувати ефективність їх роботи. Збір даних із різних підсистем надає можливість завчасно виявляти та запобігати проблемам. Наприклад, рекомендаційні системи в IIoT надають персоналізовані пропозиції на основі наборів даних користувачів, зібраних з персональних пристроїв. Також рекомендаційні системи забезпечують ефективний процес прийняття рішень, пропонуючи або підказуючи зацікавленим користувачам відповідні продукти, ресурси та інформацію, аналізувати значну кількість даних, які надходять від різних пристроїв. Для одержання швидкого і релевантного результату опрацювання таких даних слід ефективно відділити найважливішу інформацію, що само по собі є актуальним завданням.

#### 2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка» щодо розробки методів, моделей, компонентів інформаційних управляючих систем і технологій. Дисертаційна робота виконана в межах науково-дослідницької роботи «Розроблення інноваційних методів та моделей побудови інтелектуальних інформаційно-комунікаційних систем для цифровізації промисловості» (№ 0122U000817, 2022–2024 рр.).

### **3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**

Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи та наукових праць, що опубліковані автором, дозволяє стверджувати, що усі наукові та практичні результати отримані нею особисто і повною мірою опубліковані та апробовані. Гордійчук-Бублівська О.В. вдосконалила методи надання рекомендацій в промислових системах на основі Funk SVD та Fed SVD з метою використання меншої кількості вихідних даних. Також, дисертантом розроблено метод розподіленого формування рекомендацій Mod FedSVD для покращення точності та швидкості обчислень. Робота містить теоретичні і прикладні положення та висновки, сформульовані дисертантом особисто. Ідеї, положення чи гіпотези інших авторів, які присутні в дисертації, мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей та результатів здобувачки.

### **4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій**

Аналіз змісту розділів, використаного інструментарію та способів його застосування дозволяє зробити висновок про належну обґрунтованість наукових результатів. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, повністю обґрунтовано теоретичним аналізом, результатами практичного використання та інформацією з науково-технічної літератури, підтверджено характеристиками впроваджених систем.

### **5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру**

За результатами виконаних теоретичних та експериментальних досліджень розв'язано актуальне наукове завдання розроблення моделі розподіленої інформаційної системи для оброблення даних про її користувачів. При цьому отримано такі нові результати:

- вдосконалено метод SVD, що передбачає розпаралелювання процесу його обчислення між різними вузлами, тим самим скорочуючи тривалість обчислень та зменшуючи навантаження на компоненти, в порівнянні з існуючим методом, а також дозволяє створення моделі автоматизації завдань керування, аналізу й оцінювання ефективності систем розподіленої обробки даних;

- вдосконалено метод розподіленого оброблення користувачьких даних Fed SVD, що використовує генерування захисту даних користувачів безпосередньо на локальному пристрої, тим самим забезпечуючи їх від стороннього втручання при пересиланні в рекомендаційних системах, скорочення тривалості обчислень в порівнянні з існуючим методом;

- вдосконалено метод Funk SVD, що передбачає використання не всіх вихідних даних, а їх адаптивну кількість для прийняття швидших рішень рекомендаційною системою в порівнянні з існуючим методом, при цьому зберігаючи досить високу точність обчислень;

- розроблено метод розподіленого формування рекомендацій ModFedSVD, що дозволяє обчислення модифікованого Funk SVD кінцевими пристроями на основі власних даних, а також виокремлення приватної та публічної частини результату; таким чином передбачається можливість обміну публічними даними між різними пристроями та оновлення глобальної моделі

рекомендацій, забезпечуючи кращу швидкість і точність обчислень, а також безпеку приватних даних користувачів в порівнянні з існуючими методами

## **6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації**

За результатами виконаних досліджень опубліковано 25 наукових праць, із них: 5 – у наукових виданнях інших держав (1 колективна монографія), 11 статей – у наукових фахових виданнях України, 9 – матеріали та тези конференцій (14 наукових праць внесені у наукометричну базу Scopus).

*Список опублікованих праць за темою дисертації:*

Статті наукових виданнях інших держав:

1. Distributed Singular Value Decomposition Method for Fast Data Processing in Recommendation Systems”, Przystupa, K.; Beshley, M.; Hordiichuk-Bublivska, O.; Kyryk, M.; Beshley, H.; Pyrih, J.; Selech, J. *Energies* 2021, 14, 2284

2. Beshley, M.; Hordiichuk-Bublivska, O.; Beshley, H.; Ivanochko, I. Data Optimization for Industrial IoT-Based Recommendation Systems. *Electronics* 2023, 12, 33. <https://doi.org/10.3390/electronics12010033>

3. Olena Hordiichuk-Bublivska, Halyna Beshley, Marian Kyryk, Yuliia Pyrih, Oksana Urikova, and Mykola Beshley. A Modified Federated Singular Value Decomposition Method for Big Data and ML Optimization in IIoT Systems. In: Mikhailo Klymash, Andriy Luntovsky, Mykola Beshley, Igor Melnyk, Alexander Schill. (eds) *Emerging Networking in the Digital Transformation Age: Approaches, Protocols, Platforms, Best Practices, and Energy Efficiency*. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2023, Springer, Cham. 965, P.246-268

4. Yiming, Z.; Fang, X.; Hordiichuk-Bublivska, O.; Beshley, H.; Beshley, M. Modified Masking-Based Federated Singular Value Decomposition Method for Fast Anomaly Detection in Smart Grid Systems. *Energies* 2023, 16, 5996. <https://doi.org/10.3390/en16165996>

5. Olena Hordiichuk-Bublivska, Halyna Beshley, Natalia Kryvinska and Mykola Beshley. A masking-based federated singular value decomposition method for anomaly detection in industrial internet of things. *International Journal of Web and Grid Services*, Vol. 19, No. 3. pp 287-317. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2023.133502>

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Дослідження ефективності розподілених інфокомунікаційних систем на основі оброблення великих обсягів даних. Автори: Климаш М.М., Гордійчук – Бублівська О.В., Чайковський І.Б., Урікова О.М. *Вісник університету “Україна”*, січень, 2020

2. Дослідження оптимізації великих обсягів даних методами машинного навчання. Климаш М.М., Гордійчук – Бублівська О.В., Чайковський І.Б., Сиротинський О.І. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*, 2020

3. “Аналіз концепції інтернету речей та динаміки її розвитку у різних галузях”, *Вісник університету “Україна”*, січень 2020, Пиріг Ю.В., Кайдан М.В., Гордійчук-Бублівська О.В., ст.171-186

4. М. Климаш, О. Гордійчук-Бублівська, І. Чайковський, Т. Данильченко, “Дослідження алгоритмів паралельного опрацювання інформації в базах даних”, *Вісник «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія»*, №1, С.

5. Климаш М.М., Гордійчук-Бублівська О.В., Мрак В.Б., Браницький А.В., “Дослідження ефективності обробки великих даних в системах відеонагляду”, Інфокомунікаційні та комп’ютерні технології, №1 (01), 2021, ст.52-60.

6. М. Климаш, В. Мрак, О. Гордійчук-Бублівська, “Дослідження методів виділення динамічних об’єктів у відеопослідовностях”, Вісник «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія», №1, С. 63-75, 2021

7. М. Климаш, О. Гордійчук-Бублівська, Б. Коваль, “Модель інтелектуального аналізу даних в ІоТ”, Вісник «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія», №2, С. 11-18, 2021

8. Гордійчук-Бублівська О.В., Бешлей М.І., Кирик М.І., Климаш М.М., “Підвищення ефективності оброблення великих обсягів інформації з використанням методу розподіленого аналізу даних”, ISSN 2412-4338 Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2021. № 1 (70). DOI:10.31673/2412-4338.2021.021523

9. О. В. Гордійчук-Бублівська, Л. П. Фабрі. МАТРИЧНА ФАКТОРИЗАЦІЯ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМАХ. УІТ. 2022; Випуск 4, Номер 2: 68-73. <https://doi.org/10.23939/ujit2022.02.068>

10. М. Климаш, О. Гордійчук-Бублівська, І. Чайковський, О. Костів, “Дослідження ефективності використання розподілених баз даних в системах ІоТ”, Вісник «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія», Вип 2, №1, С. 12-18, 2022

11. О. Шпур, Я. Пиріг, О. Гордійчук-Бублівська, Ю. Пиріг, “Дослідження і проектування інформаційної системи вищого навчального закладу”, Вісник «Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія», Вип 2, №1, С. 36-43, 2022

Матеріали та тези конференції:

1. Modeling and Research of Processing Big Data Sets in Distributed Information Systems. Mykhailo Klymash, Olena Hordiichuk-Bublivska, Ihor Tchaikovskiy, Yuriy Deschynskiy. TCSET -2020

2. Дослідження моделей побудови розподілених інформаційних систем з великими обсягами даних. М.М. Климаш, О.В. Гордійчук – Бублівська, І.Б. Чайковський, Т.Є. Данильченко. PCSET-2020

3. “Research of Microservices Features in Information Systems using Spring Boot”, Mykhajlo Klymash, Olena Hordiichuk- Bublivska, Ihor Tchaikovskiy and Yulia Pyrih, PROBLEMS OF INFOCOMMUNICATIONS.SCIENCE AND TECHNOLOGY PIC S&T'2020 6-9 October 2020, Kharkiv, Ukraine.

4. M. Klymash, I. Chaikovskiy, N. Syvkova, O. Hordiichuk-Bublivska and M. Kyryk, "Research of Distributed Data Processing in Corporate Information Systems," 2021 IEEE 16th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), 2021, pp. 24-27, doi: 10.1109/CADSM52681.2021.9385244.

5. M. Klymash, M. Kyryk, I. Demydov, O. Hordiichuk-Bublivska, H. Kopets and N. Pleskanka, “Research on Distributed Machine Learning Methods in Databases,” 2021 IEEE 4th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), 2021, pp. 128-131, doi: 10.1109/AICT52120.2021.9628949.

6. M. Klymash, M. Kyryk, O. Hordiichuk-Bublivska, L. Fabri, H. Kopets, "Big Data Analysis in IIoT Systems Using the Federated Machine Learning Method", IEEE 16 International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), February 22 - 26, 2022, Lviv-Slavske, Ukraine.

7. "Big Data Analysis in Smart Grid Systems", Yu Jun, Olena Hordiichuk-Bublivska, Yan Lingyu, Marian Kyryk, Mykola Beshley, Hu Jiwei, 18th IMEKO TC10 Conference "Measurement for Diagnostics, Optimisation and Control to Support Sustainability and Resilience" Warsaw, Poland, September 26-27, 2022

8. Model of large sparse datasets processing efficiency in IIoT. M. Klymash, O. Hordiichuk-Bublivska, M. Kyryk, T. Andrukhiv, Y. Pyriih, CADSM 2023

9. M. Klymash, M. Kyryk, O. Hordiichuk-Bublivska, L. Fabri, "Research on the Automated Decision-Making Effectiveness in Industrial Automation System" 2023 IEEE 5th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), 2023.

У кожному розділі дисертації вказуються публікації, у яких відображено результати досліджень цього розділу. Опубліковані роботи відображають основні положення дисертації. Аналіз їх змісту свідчить, що усі результати є повністю опубліковані та апробовані.

Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором самостійно. Особисто здобувачеві належать такі наукові результати: проведено аналіз сучасного стану методів оброблення великих даних в розподілених інформаційних системах; вдосконалено методи SVD, Fed SVD та Funk SVD, що передбачають використання адаптивної кількості даних для прийняття швидших рішень рекомендаційною системою; розроблено метод розподіленого формування рекомендацій ModFedSVD, що дозволяє обчислення модифікованого Funk SVD кінцевими пристроями на основі власних даних, таким чином передбачається можливість обміну публічними даними між різними пристроями та оновлення глобальної моделі рекомендацій, забезпечуючи кращу швидкість і точність обчислень.

#### **7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо**

Результати дисертаційної роботи доповідались на конференціях: TCSET-2020, 2022, PCSET-2020, PROBLEMS OF INFOCOMMUNICATIONS, SCIENCE AND TECHNOLOGY (PIC S&T) 2020, International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), 2021, 2023, International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) 2021, 18th IMEKO TC10 Conference "Measurement for Diagnostics, Optimisation and Control to Support Sustainability and Resilience" 2022. Також результати доповідались на семінарах кафедри телекомунікацій «Національного університету «Львівська політехніка».

В опублікованих працях достатньо повно розкрито та апробовано основні результати теоретичних та експериментальних досліджень, що виконані здобувачем особисто.

**8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати**

Впровадження результатів дисертаційної роботи полягає в їхньому використанні при викладанні навчальних дисциплін як окремих розділів лекційних курсів, так і в циклах лабораторних робіт. Зокрема, для викладання дисципліни «Програмні платформи інфокомунікацій» для студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, використано такі результати:

- методи аналізу та опрацювання великих даних (Розділ 1);
- удосконалені методи пошуку закономірностей в масивах даних (Розділ 2);
- створення програмних моделей та методів опрацювання інформації (Розділ 3).

**9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані**

Запропоновані методи і моделі впроваджені у роботі підприємств ВАТ «УКРТЕЛЕКОМ», ТОВ «ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ», ТзОВ «ГІГАЦЕНТР УКРАЇНА», ТзОВ «МАКСІТЕХ».

#### **10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення**

Зміст дисертаційної роботи «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» відповідає обраній темі, забезпечує досягнення поставленої мети і вирішення завдання дослідження, за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення про присудження ступеня доктора філософії».

**У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.**

**11. З урахуванням зазначеного, на розширеному міжкафедральному науковому семінарі кафедри автоматизованих систем управління ухвалили:**

**11.1.** Дисертація Гордійчук-Бублівської Олени Василівни «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання розроблення нових і вдосконалення існуючих методів, моделей та програмних засобів оброблення великих даних в розподілених промислових системах, що має важливе значення для галузі знань *12 Інформаційні технології*.

**11.2.** Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

**11.3.** У 25 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 11 статей у наукових фахових виданнях України та 5 статей у наукових періодичних виданнях інших держав; 2 статті у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз.

**11.4.** Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку

присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

**11.5.** Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

**11.6.** З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Гордійчук-Бублівської Олени Василівни дисертація «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

За	-	шістнадцять
Проти	-	немає
утримались	-	немає

Головуючий на науковому семінарі кафедри автоматизованих систем управління, зав. кафедри автоматизованих систем управління, д.т.н., професор



Василь ТЕСЛЮК

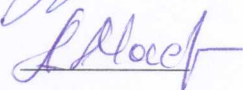
Рецензенти:

д.т.н., професор



Іван ЦМОЦЬ

к.т.н.



Андрій МАСЮК

Відповідальний у ННІ за атестацію PhD, к.т.н., доцент



Анатолій БАТЮК

"\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_р.

---