

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Національного університету «Львівська політехніка»  
д.т.н., професору Теслюку Василю Миколайовичу

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО РЕЦЕНЗЕНТА**

д.т.н, професора **Опiрського Івана Романовича** на дисертаційну роботу  
**Гордійчук-Бублівської Олени Василівни** «Методи та засоби опрацювання  
великих даних в розподілених інформаційних системах»  
подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії,  
галузь знань 12 «Інформаційні технології», спеціальність 122 «Комп'ютерні  
науки»

### **1. Актуальність теми**

Замість централізованих систем, якими керують і які обслуговують виключно люди, тепер використовуються гнучкі та децентралізовані системи. Промисловий Інтернет речей, хмарне виробництво і машинне навчання дають змогу створювати більш ефективні промислові системи та надавати користувачам більш якісні послуги. Велика кількість кінцевих пристроїв, які виконують функції локального збору та аналізу даних, надають змогу зменшити навантаження на центральні пристрої керування та краще врахувати специфіку конкретних підсистем.

Завдяки методам машинного навчання та штучного інтелекту промислові системи здатні навчатися на власних наборах даних і виправляти аварійні ситуації ще до їх виникнення. Зміна параметрів системи може розглядатися як сигнал про необхідність модифікацій у алгоритмах її роботи. Проблема розумного промислового виробництва полягає в необхідності постійно обробляти значну кількість даних, які надходять від різних пристроїв. Підсумовуючи, можна зазначити, що підвищення ефективності оброблення великих даних є важливим та актуальним завданням.

## 2. Аналіз змісту дисертації

Дисертація є завершеною дослідницькою роботою, яка містить анотацію, вступ, 4 розділи, висновки, список літератури та додатки.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано цілі та завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичну значимість отриманих результатів, презентовано дані про апробацію та публікацію результатів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** проаналізовано тенденції розвитку оброблення великих даних, визначено методи та засоби для їх оптимізації в розподілених системах. Досліджено особливості роботи рекомендаційних систем для знаходження закономірностей в масивах інформації. У **другому розділі** проаналізовано ефективність використання алгоритму сингулярної декомпозиції. Також було розглянуто роботу федеративного алгоритму сингулярної декомпозиції в розподілених інформаційних системах.

**Третій розділ** досліджує алгоритми розподіленого опрацювання даних, методи пошуку закономірностей і надлишковостей. З урахуванням проаналізованого матеріалу було поставлено вимоги до створення та функціонування системи розподіленого оброблення користувацьких даних. Запропоновано алгоритми для оброблення великих даних в промислових IoT системах на основі Fed SVD та Funk SVD.

У **четвертому розділі** роботи запропоновано метод розподіленого формування рекомендацій, який, за допомогою модифікованого методу Funk SVD, передбачає визначення рекомендацій користувачами з використанням власних даних, а також збір локальних результатів і оновлення глобальної моделі рекомендацій. На основі запропонованого методу модифікованого FedSVD розроблено модель інтелектуальної рекомендаційної системи для IoT, що надає рекомендації користувачам про потенційно цікаві товари чи послуги. Розроблено програмну модель, у якій реалізовані усі наукові результати.

У **висновку** коротко підсумовано результати проведених досліджень, що розкривають відповіді на усі поставлені у роботі задачі та завдання та відповідають вимогам до наукових результатів дисертаційної роботи.



### **3. Наукова новизна отриманих результатів**

- Вдосконалено метод надання рекомендацій, що передбачає розпаралелювання процесу його обчислення між різними вузлами, тим самим скорочуючи тривалість обчислень та зменшуючи навантаження на компоненти, в порівнянні з існуючим методом.
- Вдосконалено метод розподіленого оброблення користувацьких даних, що використовує генерування захисту даних користувачів безпосередньо на локальному пристрої, тим самим забезпечуючи їх від стороннього втручання при пересиланні в рекомендаційних системах, скорочення тривалості.
- Вдосконалено метод формування рекомендацій, що передбачає використання не всіх вихідних даних, а їх адаптивну кількість для прийняття швидших рішень рекомендаційною системою, при цьому зберігаючи досить високу точність обчислень.
- Розроблено метод розподіленого формування рекомендацій, що дозволяє обчислення модифікованого Funk SVD кінцевими пристроями на основі власних даних, таким чином забезпечуючи кращу швидкість і точність обчислень.

### **4. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових результатів в опублікованих працях**

Оформлення дисертації відповідає усім вимогам. Зміст, структура та послідовність викладення результатів відповідають як темі роботи, так і – чинним вимогам МОН України. Дисертаційна робота написана державною мовою, матеріал викладено професійно, термінологія є загальноновизною, стиль викладення результатів досліджень, висновків і рекомендацій забезпечує їх нормальне сприйняття і використання. Тема роботи розкрита в 25 наукових працях, в тому числі в 14 виданнях, проіндексованих у наукометричній базі Scopus, в яких відображені результати проведених досліджень. Результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес та при виконанні

держбюджетних тем кафедр автоматизованих систем управління та телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка», а також в роботу регіональних підприємств.

## **5. Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації**

Зауваження до роботи:

- У розділі 2.1. дисертантка пропонує використовувати спеціальні методи аналізу на основі декомпозиції сингулярного значення (SVD), проте не наводить порівняльної характеристики щодо альтернативних методів. Наявність порівняльної характеристики існуючих методів обробки великих даних підтвердило б ґрунтовність вибору обраного методу та дозволило б більш науково обґрунтовано підійти до вирішення поставленої проблеми.
- На сторінці 85 дисертантка приводить результати роботи алгоритмів ML та FL при обробці однакової кількості даних і виконанні завдань сортування, проте не наводить інформації щодо методики проведення експерименту, вхідних даних та його характеристик.
- При проведенні експерименту щодо точності обчислень для алгоритму SVD від сингулярних чисел (сторінка 90) автором не надано характеристики похибок отриманих результатів та їхнього впливу на загальні результати порівняння методів.
- На сторінці 117 при визначенні обсягу даних, що потрібні для подальшої обробки в алгоритмі Funk SVD застосовується метод градієнтного спуску (GD). Проте автором не наводиться ціль використання саме цього методу і його переваг над існуючими. Бажано б було обґрунтувати чим даний метод є кращим або доречнішим для обраної задачі у порівнянні з альтернативними – стохастичним градієнтним спуском, міні-паке́тним градієнтним спуском, адаптивним градієнтним спуском, методом з моментом тощо.
- Існують проблеми стилістичного характеру та оформлення, наприклад, другий розділ переповнений графічним матеріалом, доцільні було б

винести частину рисунків в додатки також в декількох літературних джерел пропущені сторінки або посилання тощо.

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової та практичної цінності.

## 6. Висновки

Дисертаційна робота Гордійчук-Бублівської Олени Василівни «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» є самостійним та цілісним науковим дослідженням, що містить достатню наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів із побудови розподілених рекомендаційних систем для оброблення великих даних. Зміст дисертаційної роботи «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» відповідає обраній темі та забезпечує досягнення поставленої мети, відповідає вимогам порядку присудження ступеня доктора філософії, тому Гордійчук-Бублівська Олена Василівна заслуговує присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

### Рецензент:

д.т.н, професор, професор та завідувач  
кафедри захисту інформації,  
Національного університету «Львівська  
політехніка».



Іван ОПІРСЬКИЙ

### «Підпис Опірського І. Р. засвідчую»:

Вчений секретар  
Національного університету  
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ

“1” 04 2024 р.