

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

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Жебки Вікторії Вікторівни
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**
з галузі знань 12 *«Інформаційні технології»* та спеціальності 122
«Комп'ютерні науки»

Актуальність теми

Актуальність теми роботи зумовлена важливою проблемою оброблення великих даних в інформаційних системах. Збір даних із різних підсистем надає можливість завчасно виявляти та запобігати проблемам. Використання хмарних технологій сприяє зберіганню значного обсягу даних. Пошук та аналіз інформації у створеному об'ємі дає змогу, зокрема, контролювати стан систем Промислового Інтернету речей і підвищує їх ефективність. Розширення переліку послуг, які надають сучасні промислові системи, змінило підхід до їх проектування та використання. Замість централізованих систем, якими керують і які обслуговують виключно люди, тепер використовуються гнучкі та децентралізовані системи. Промисловий Інтернет речей (IIoT), хмарне виробництво (CMfg) і машинне навчання дають змогу створювати більш ефективні промислові системи та надавати користувачам більш якісні послуги. Рекомендаційні системи в епоху IIoT надають персоналізовані рекомендації на основі історичних 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.

Велика кількість кінцевих пристроїв, які виконують функції локального збору та аналізу даних, надає 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. Такий підхід спрощує процес усунення неполадок, організацію виробничого процесу та доставку товарів безпосередньо споживачам. Зміна параметрів системи може розглядатися як сигнал про необхідність покращення ефективності її роботи. Проблема розумного промислового виробництва полягає в необхідності постійно обробляти значну кількість даних, які надходять від різних пристроїв. Для швидкого і точного результату слід постійно вдосконалювати методи оброблення великих даних, що само по собі є актуальним завданням.

Аналіз змісту дисертації

Дисертація є завершеною дослідницькою роботою, яка містить анотацію, вступ, 4 розділи, висновки, список літератури та додатки. Логічна структура роботи визначається її метою та сформульованими науковими і практичними завданнями.

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** було 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. Визначено особливості оброблення даних в промислових та комерційних інформаційних системах. Розглянуто методи машинного навчання для прискорення та автоматизації аналізу інформації.

У **другому розділі** проаналізовано ефективність використання алгоритму сингулярної декомпозиції. Також було розглянуто роботу федеративного

алгоритму сингулярної декомпозиції в розподілених інформаційних системах. З урахуванням проаналізованого матеріалу було поставлено вимоги до створення та функціонування системи пошуку важливих даних в рекомендаційних системах.

Третій розділ досліджує алгоритми розподіленого опрацювання даних, методи пошуку закономірностей і надлишковостей. Також було розглянуто підходи до пошуку відповідних товарів чи послуг для користувачів промислових систем, використовуючи методи машинного навчання. 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. Розроблено модель формування рекомендацій користувачам розподіленої промислової системи, що дозволяє проводити обмін результатами навчання між пристроями та використовує менше даних в порівнянні з існуючими.

У **четвертому розділі** роботи запропоновано метод розподіленого формування рекомендацій Mod FedSVD, 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. Для забезпечення надійності, точності та швидкості обчислень запропоновані методи дозволяють гнучко обирати оптимальні параметри обчислень. Розроблено програмну модель, у якій реалізовані усі наукові результати.

У **висновку** описано результати проведених досліджень, які розкривають відповіді на усі поставлені у роботі задачі та завдання і за своїм рівнем відповідають вимогам до наукових результатів дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів

- 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 користувацьких даних Fed SVD, що використовує генерування даних для 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, безпеку приватних даних користувачів в порівнянні з існуючими методами.

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 загальновизнаною, стиль викладення результатів досліджень, висновків і рекомендацій забезпечує їх нормальне сприйняття і використання.

Тема роботи розкрита в опублікованих 25 роботах, з них 11 – у наукових фахових виданнях за визначенням МОН України, 14 - проіндексовані у наукометричній базі Scopus. Здобувачка є співавтором 9 доповідей на українських і міжнародних конференціях, де знайшли відображення її наукові напрацювання.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес, а також при виконанні науково-дослідної роботи кафедри «Телекомунікації» Національного університету «Львівська політехніка», у роботі регіональних підприємств відповідної галузі,.

1. Зауваження до дисертації

- У першому розділі багато загальновідомого матеріалу, також було б добре представити матеріал, використовуючи відповідні схеми та рисунки.
- Таблиці краще винести в додатки.
- У четвертому розділі, окрім експертної оцінки для порівняння результатів, варто було б додати більше метрик, згідно яких оцінюється ефективність запропонованих методів.
- У формулах 4.19 та 4.20 не вказано вплив додаткових параметрів σ та ϵ на ефективність результату.
- На Рис.4.1 слід було більш детально вказати використання мереж 5G та їх компонент в архітектурі промислових систем.
- Є окремі неточності в оформленні роботи та зустрічаються деякі граматичні помилки.

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

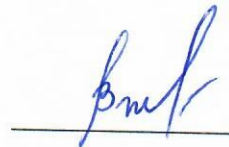
Висновки щодо дисертаційної роботи в цілому

Дисертаційна робота Гордійчук-Бублівської Олени Василівни «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» є завершеним та цілісним самостійним науковим дослідженням, містить достатню наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів із побудови математичних методів та програмних засобів оброблення великих даних в

розподілених інформаційних системах, формування персональних рекомендацій користувачам. Зміст дисертаційної роботи «Методи та засоби опрацювання великих даних в розподілених інформаційних системах» відповідає обраній темі, забезпечує досягнення поставленої мети і вирішення завдання дослідження та відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення про присудження ступеня доктора філософії», а Гордійчук-Бублівська Олена Василівна заслуговує присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор, завідувач кафедри
технологій цифрового розвитку
навчально-наукового інституту
інформаційних технологій,
Державний університет
інформаційно-комунікаційних
технологій, МОН України



Вікторія ЖЕБКА

Підпис д.т.н., професора Вікторії Жебки засвідчую:

Учений секретар Державного
університету інформаційно-
комунікаційних технологій



Анжела ТЯЖИНА

“ 4 ” 04 2024 р.