

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидатки технічних наук, доцентки

**Гнатчук Єлизавети Геннадіївни**

на дисертаційну роботу **Антоніва Володимира Ярославовича**

**«Інформаційні технології паралельного сортування та пошуку даних»,**

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Актуальність теми дисертації.**

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується накопиченням великих масивів технологічних даних у галузях, для яких критичним завданням є опрацювання цих даних у реальному часі. До таких застосувань належать системи збирання та попередньої обробки телеметричних даних, управління складними об'єктами, автоматизовані системи багаторівневого управління технологічними процесами, де на нижніх рівнях таких систем здійснюється накопичення великих масивів даних та їх попереднє опрацювання. Основними операціями попередньої обробки є сортування та пошук даних, які необхідно виконувати в реальному часі. Результати сортування та пошуку даних передаються на вищі рівні, де здійснюють їхнє накопичення та попереднє інтелектуальне опрацювання. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває задача зменшення часу виконання даних операцій. Тому для ефективного опрацювання даних необхідні інформаційні технології паралельного сортування та пошуку даних у реальному часі, що ґрунтуються на нових і вдосконалених методах, моделях, які повинні бути орієнтовані на паралельно-потокове надходження даних і на адаптацію до інтенсивності надходження даних та на сучасну елементну базу. Крім того для сортування і пошуку даних у реальному часі необхідне створення спеціалізованих апаратних засобів із високою ефективністю використання обладнання. Забезпечити такі вимоги можна розробленням методів паралельно-вертикального сортування і пошуку даних.

З вищенаведеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота Антоніва Володимира Ярославовича «Інформаційні технології паралельного сортування та пошуку даних», яка присвячена розробленню нових та удосконаленню існуючих методів, моделей і засобів інформаційних технологій паралельного сортування та пошуку даних у реальному часі з високою ефективністю використання обладнання є актуальною в технічному і прикладному аспекті.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота «Інформаційні технології паралельного сортування та пошуку даних» проводилась згідно з планами науково-дослідних та навчальних робіт кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка», в тому числі в межах держбюджетних науково-дослідницьких робіт:

- «Розвиток теорії синтезу нейронних мереж на НВІС-структурах для обробки сигналів у робототехнічних системах» (номер держ. реєстр. 0112U001204).
- «Інструментальні засоби та інтелектуальні компоненти синтезу інтегрованих автоматизованих систем управління» (номер держ. реєстр. 0113U003186).
- «Інтелектуальні інформаційні технології багаторівневого управління енергоефективністю регіону» (номер держ. реєстр. 0117U004450).

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.**

Наукові положення та висновки, що містяться в дисертаційній роботі, є теоретично обґрунтовані і підтверджуються практичною реалізацією під час виконання науково-дослідних робіт, апробацією на наукових міжнародних

конференціях і наукових семінарах кафедри. Адекватність розроблених методів і алгоритмів підтверджується результатами експериментальних досліджень.

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

До основних наукових результатів, одержаних здобувачем особисто, належать:

- **Вперше розроблено** інформаційну технологію паралельного сортування даних, яка завдяки використанню розроблених і вдосконалених методів, функціональних моделей паралельно-потокowego сортування даних та врахуванню інтенсивності надходження даних, розмірів масивів даних і засобів реалізації забезпечує виконання сортування даних у реальному часі з високою ефективністю використання обладнання.
- **Вперше розроблено** метод паралельно-вертикального пошуку максимальних і мінімальних чисел у масивах, який внаслідок паралельного опрацювання  $i$ -го розрядного зрізу масиву чисел і паралельного формування слів управління забезпечує зменшення часу пошуку, який визначається в основному розрядністю чисел.
- **Удосконалено** метод паралельного сортування злиттям, який завдяки використанню базової операції об'єднання двох масивів з одночасним формуванням елементів зростаючого і спадаючого масивів забезпечує зменшення часу сортування.
- **Удосконалено** метод паралельно-вертикального сортування даних, який завдяки підрахунку одиниць у  $i$ -му вхідному розрядному зрізі та паралельному формуванню  $i$ -го розрядного зрізу відсортованого масиву чисел забезпечує зменшення часу сортування.

## **Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.**

- Розроблені та удосконалені методи сортування та пошуку даних забезпечують зменшення часу сортування та пошуку даних порівняно з існуючими.
- Використання розроблених інформаційних технологій паралельного сортування та пошуку даних забезпечує виконання сортування та пошук даних у реальному часі з високою ефективністю використання обладнання.
- Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи використано під час розроблення засобів збирання та попереднього опрацювання телеметричних даних на ДП “Львівський державний завод “ЛОРТА” та впроваджено у навчальний процес кафедри автоматизованих систем управління Національного університету “Львівська політехніка”. Впровадження матеріалів досліджень підтверджено відповідними актами.

## **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

За основними результатами дисертаційних досліджень опубліковано 18 друкованих праць, серед яких 8 статей у наукових фахових виданнях України та 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, 8 тез доповідей на міжнародних конференціях та 1 патент України на винахід. Проведений аналіз сукупності наукових та практичних результатів дисертаційної роботи Антонів В.Я. дає можливість зробити висновок про їх цілісність і засвідчує особистий внесок автора.

Кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації розкривають основний зміст дисертації та повністю відповідають вимогам МОН України.

## Оцінка основного змісту дисертації та її структури.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Оформлення дисертаційної роботи відповідає діючим вимогам. Основний зміст викладено на 206 сторінках друкованого тексту, з них 166 сторінок основного тексту, 67 рисунків та 8 таблиць. Список використаних джерел містить 150 найменування на 13 сторінках та 3 додатки на 13 сторінках. В додатках приведені документи, котрі підтверджують впровадження наукових розробок здобувача. Отже, за структурою та стилем викладення результатів досліджень, дисертація відповідає вимогам МОН України.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та основні задачі досліджень, визначено наукову новизну роботи і практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок роботи з науковими темами. Подано відомості про апробацію результатів роботи, особистий внесок автора та його публікації.

У **першому розділі** дисертації автором проаналізовано галузі застосування, методи, моделі та засоби інформаційних технологій сортування та пошуку даних. Проведено аналіз та оцінено складність методів і алгоритмів сортування та пошуку даних. Проаналізовано сучасну елементну базу та засоби розробки, які використовуються для створення програмно-апаратних засобів інформаційних технологій сортування та пошук даних у реальному часі.

У **другому розділі** сформульовано вимоги до засобів інформаційних технологій паралельного сортування та пошуку даних, основною з яких є забезпечення реального часу. Автором вдосконалено метод сортування масиву чисел вставкою та орієнтовано його на паралельне та паралельно-потокове сортування одновимірних масивів. Вдосконалення досягнуто завдяки зміні розрядності каналів надходження та сортування даних. Також було вдосконалено та орієнтовано метод злиття на паралельне та паралельно-потокове сортування масивів даних. Для підвищення швидкодії, автором було

запропоновано вдосконалити базову операцію за рахунок використання двох процесорних елементів. Перший виконує сортування за спаданням, другий – за зростанням. Розроблено функціональні моделі алгоритмів паралельного сортування потоків даних у реальному часі.

У **третьому розділі** розроблено та вдосконалено методи, алгоритми та функціональні моделі паралельно-вертикального сортування даних у реальному часі. Розроблено метод та функціональні моделі паралельно-вертикального пошуку у реальному часі максимальних і мінімальних чисел у масивах з інтенсивним надходженням даних.

У **четвертому розділі** розроблено інформаційну технологію паралельного сортування даних та інформаційну технологію паралельного пошуку даних. Реалізовано з використанням технології CUDA програмні засоби паралельного сортування масивів даних вдосконаленим методом злиття та методом паралельно-вертикального сортування масивів даних. Розроблено на базі ПЛІС фірми Altera та середовища проєктування Quartus II апаратні засоби паралельно-вертикального сортування та пошуку максимального числа в одновимірному масиві даних. Наведено особливості апаратної та програмної реалізації та результати дослідження ефективності розроблених та вдосконалених методів паралельного сортування та пошуку даних.

У **висновках** перелічено основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

**Список використаних джерел** є інформативним, достатньо повно охоплює предметну область, включає публікації різних країн та містять 150 найменування на 13 сторінках.

#### **Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.**

За своєю структурою, обсягом і оформленням дисертаційна робота Антоніва В.Я. відповідає встановленим вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів»).

Автореферат за змістом ідентичний основним положенням, що викладені в дисертації, та не містить інформації, яка не відображена в самій роботі.

Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень і рекомендацій забезпечує їх адекватне і належне сприйняття.

Кандидатська дисертаційна робота відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 35.052.14 та паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології в частині його формули та напрямку досліджень, зокрема:

- розроблення наукових і методологічних основ створення і застосування інформаційних технологій та інформаційних систем для автоматизованої переробки інформації і управління;
- розроблення моделей і методів автоматизації виконання функцій та завдань виробничого і організаційного управління в звичайних і багаторівневих структурах на основі створення та використання нових інформаційних технологій.

#### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:**

1. Формулювання мети дисертаційної роботи, як «розроблення нових та удосконалення існуючих методів, моделей і засобів інформаційних технологій паралельного сортування і пошуку даних у реальному часі з високою ефективністю використання обладнання» швидше вказує на засоби досягнення мети, ніж на саму мету.

2. У першому розділі дисертації автор детально проаналізував методи, моделі та засоби інформаційних технологій сортування та пошуку даних, але недостатньо висвітлив своє критичне бачення стану задачі створення ефективних програмних і апаратних засобів сортування та пошуку даних у реальному часі.

3. В другому розділі при розробці функціональних моделей алгоритмів паралельного сортування потоків даних у реальному часі передбачається узгодження інтенсивності надходження даних з інтенсивністю сортування, але самого механізму узгодження чітко не показано.

4. У третьому розділі при розробці функціональних моделей паралельного-вертикального сортування та пошуку максимальних і мінімальних чисел не показано можна змінювати інтенсивності сортування та пошуку максимальних і мінімальних чисел.

5. При розробці інформаційних технологій паралельного сортування та пошуку даних мало уваги приділено питанням програмної реалізації алгоритмів з використанням моделі та кросплатформової системи компіляції та виконання програм CUDA.

6. Не обґрунтовано вибір ПЛІС для розробки апаратних засобів паралельно-вертикального пошуку максимального і мінімального чисел і не проведено оцінювання їх параметрів.

7. В дисертації зустрічаються окремі неточності термінологічного і стилістичного плану, а також є такі недоліки, які характерні для комп'ютерного набору тексту (наприклад с.32, с.147).

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

## **Висновки**

На підставі вивчення дисертації, автореферату та наукових праць здобувача, опублікованих за темою дисертації, наукові результати, отримані при її виконанні, слід визнати позитивними.

Дисертація Антоніва Володимира Ярославовича на тему «Інформаційні технології паралельного сортування та пошуку даних» є завершеною науковою працею, яка розв'язує актуальну наукове завдання розроблення нових та удосконалення існуючих методів, моделей і засобів інформаційних технологій паралельного сортування та пошуку даних у реальному часі з високою ефективністю використання обладнання. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.



Автореферат повністю відповідає змісту дисертації та описує суть одержаних результатів і висновків у дисертаційній роботі. Автореферат і дисертація оформлені згідно з вимогами до кандидатських дисертацій.

З огляду на актуальність теми дисертації, наукової і практичної важливості отриманих результатів дослідження та врахування у дисертації вимог пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», вважаю, що її автор Антонів Володимир Ярославович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

доцентка кафедри комп'ютерної інженерії

та системного програмування

Хмельницького національного

університету,

кандидатка технічних наук, доцентка

Гнатчук Є.Г.

Підпис доцентки Гнатчук Є. Г. засвідчую

Проректор з наукової роботи ХНУ

професор, д. т. н.

Синюк О.М.

