

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу  
Дифучиної Олександри Юріївни  
на тему «Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі  
Петрі-об'єктного моделювання»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 12 Інформаційні технології  
за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

### **Актуальність теми дисертації.**

Паралельні обчислення є важливою частиною розробки сучасних інформаційних технологій. Веб-додатки, графіка, обчислення великих даних, анімація – все це вимагає паралелізму, оскільки він прискорює роботу програми. Незважаючи на наявність багатьох інструментів паралельного програмування, розробка ефективного паралельного алгоритму залишається складним завданням. Існуючі засоби проектування та тестування програм здебільшого орієнтовані на однопотокові програмні системи. Багатопотокові програми відрізняються стохастичною поведінкою, що значно ускладнює процес налагодження. Крім того, і при проектуванні, і при тестуванні слід враховувати вплив обчислювальних ресурсів на ефективність алгоритму. На швидкість алгоритму також сильно впливають такі параметри, як кількість потоків та розмір підзадач, що виконуються паралельно. Очевидно, що налаштування всіх параметрів паралельного алгоритму є ресурсовитратною задачею. З огляду на це, створення методу, спрямованого на вдосконалення процесу налагодження багатопотокових програм та підвищення ефективності використання паралельних обчислень в інформаційних технологіях, є актуальним науковим завданням.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше розроблено технологію моделювання паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного підходу, що надає можливість скоротити ресурсні витрати при розробці паралельних алгоритмів, і, на відміну від існуючих, дає змогу відтворити деталізовано структуру паралельної програми та механізми взаємодії одночасно виконуваних частин програми з урахуванням часових затримок на виконання обчислювальних дій та стохастичності захоплення обчислювального ресурсу і спрощує

процес побудови моделі за рахунок тиражування фрагментів програми зі схожою функціональністю;

- удосконалено моделі базових механізмів синхронізації паралельних обчислень за рахунок підвищення точності відтворення, що забезпечує високу точність результатів моделювання;
- вперше розроблено типові фрагменти мереж Петрі, що реалізують механізми багатопотокової технології Java, використання яких прискорює розробку моделі паралельного алгоритму за рахунок зменшення кількості помилок та зменшення загальної кількості елементів, необхідних для розробки моделі;
- вперше запропоновано метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі експериментального дослідження Петрі-об'єктної моделі обчислень, що забезпечує ефективне використання обчислювальних ресурсів і, на відміну від існуючих підходів, дає змогу проводити експериментальне дослідження ефективності паралельних обчислень на моделі замість експериментування на реальній програмі.

Основним науковим результатом дисертації є розробка методу оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі експериментального дослідження Петрі-об'єктної моделі обчислень. Достовірність наукових результатів забезпечується точністю моделей, яка доведена експериментально. Практичним результатом дисертації є підвищення ефективності використання паралельних обчислень в інформаційних технологіях за рахунок оптимізації параметрів паралельних обчислень.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР «Методи візуального програмування Петрі-об'єктних моделей» (державний реєстраційний номер 0117U000918) у відповідності до напрямку «Технологічні засоби та сервіси програмного інжинірингу» з переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року, під керівництвом професора кафедри інформатики та програмної інженерії, д.т.н., професора Павлова Олександра Анатолійовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання щодо розробки методу оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Пері-об'єктного моделювання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Дифучиної О.Ю. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інформаційні системи та технології».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Програмне забезпечення інформаційних систем».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Дифучиної Олександри Юріївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Виявлений відсоток співпадинь зумовлюється використанням в дисертації загальноприйнятої наукової термінології та використанням фрагментів опублікованої статті здобувача, на яку є посилання. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Текст дисертації викладений логічно та послідовно, його оформлення відповідає чинним вимогам. Автор дотримується наукового стилю та використовує загальноприйняту термінологію.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 172 сторінки.

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційного дослідження, наведені його мета і завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведено наукову новизну результатів дисертаційного дослідження та їх практичне значення, вказано апробацію та публікації.

У першому розділі обґрунтовано необхідність ретельного проєктування паралельних обчислень для досягнення їх ефективності, розглянуті методи та засоби для проєктування паралельних обчислень та аналізу їх ефективності. У підсумку, автором зроблено висновок щодо необхідності розвитку методів та засобів для оцінювання ефективності паралельних обчислень на основі моделей, які враховують механізм захоплення обчислювального ресурсу та механізми взаємодії між підзадачами, що виконуються паралельно.

У другому розділі сформульовані мета та задача моделювання паралельних обчислень, визначено формальний опис моделі та виконано розробку методу моделювання паралельних обчислень на основі цього опису. Визначені та розроблені шаблони моделювання обчислень багатопотокової програми, які зменшують кількість помилок при розробці моделей, спрощують та прискорюють процес розробки моделі. Описано процес розробки Петрі-об'єктної моделі паралельної програми. Розроблені методи, підходи та засоби моделювання поєднані у технологію моделювання паралельного алгоритму. Наведено приклади розробки моделей.

У третьому розділі сформульована задача оптимізації параметрів паралельних обчислень, обґрунтовано існування оптимальних значень та визначені шляхи пошуку оптимальних значень на моделі, визначені методи та засоби збору даних для моделі, описані методи та засоби розробки Петрі-об'єктної моделі паралельних обчислень.

У четвертому розділі метод оптимізації параметрів паралельних обчислень, апробовано на прикладах паралельного алгоритму імітації дискретно-подійної системи та пулу потоків. Теоретично та експериментально доведено наявність впливу параметрів паралельного алгоритму на швидкість його виконання. Побудована Петрі-об'єктна модель паралельного алгоритму імітації та виконано пошук оптимальних параметрів на моделі експериментально. Еволюційний алгоритм апробовано на Петрі-об'єктній моделі пулу потоків. Знайдені оптимальні значення в обох випадках достатньо точно відповідають таким, що були виявлені при експериментуванні з паралельними алгоритмами в реальних умовах.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

#### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus, з яких 2 статті у виданнях, віднесених до третього квартилю (Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports;

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

У наведених публікаціях достатньо повно представлено результати дисертаційної роботи. Порушення академічної доброчесності в них не виявлено. Особистий внесок здобувача у публікаціях, зазначений у дисертації, свідчить про його авторство у відповідних наукових досягненнях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

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

1. В дисертації сконцентрована увага на дослідженні багатопотокових обчислень зі спільною пам'яттю, проте варто було б також розглянути і багатопроцесорні обчислення з розподіленою пам'яттю, що охоплюють значну частину сучасних архітектур високопродуктивних систем.

2. Авторка виходить з умови, що паралельна програма, яка досліджується, вже розроблена. Було б доцільно розглянути запропоновані моделі на етапі проєктування паралельної програми.
3. У роботі розглянуто автоматизацію певних кроків розробки моделі, але не розробки моделі в цілому. Було б доцільно розглянути можливість створення цілісної моделі на основі коду автоматизовано.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

#### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Дифучиної Олександри Юріївни на тему «Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Інформаційні технології». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Дифучина Олександра Юріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

#### **Рецензент:**

професор кафедри інформаційних  
систем та технологій  
Національного технічного  
університету України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»  
д. ф.-м. н., професор

М.П.

« 19 » березня

20 24 року

