

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з навчальної роботи  
Національного технічного  
університету України  
“Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського”  
к.філос.н., проф.  
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



“ 13 ” лютого 2024 р.

з протоколу № 8 від 7 лютого 2024 р. розширеного засідання  
кафедри інформаційних систем та технологій

**БУЛИ ПРИСУТНІ:**

- з кафедри інформаційних систем та технологій: завідувач кафедри, д.т.н., професор Ролік О.І., професор кафедри, д.т.н., професор Корнага Я.І., професор кафедри, д.ф.-м.н., професор Дорошенко А.Ю., професор кафедри, д.т.н., професор Онищенко В.В., професор кафедри, д.т.н., професор Поліщук М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Богданова Н.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Бойко О.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Букасов М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Гавриленко О.В., доцент кафедри, к. ф.-м.н., доцент Жереб К.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Жураківська О.С., доцент кафедри, к.т.н., доцент Коган А.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Крилов Є.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Мамедова К.Ю., доцент кафедри, к.т.н., доцент Остапченко К.Б., доцент кафедри, к.т.н., доцент Писаренко А.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Попенко В.Д., доцент кафедри, к.т.н., с.н.с. Савчук О.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Солдатова М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Ткач М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Цьопа Н.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Шимкович В.М., ст. викладач Мітін С.В., ст. викладач Тимофєєва Ю.С., ст. викладач Хмелюк М.С., асистент кафедри Мякий М.Ю., асистент кафедри Шимкович Л.Л., асистент кафедри Яланецький В.А.
- з кафедри обчислювальної техніки: професор кафедри, д.т.н., професор Новотарський М.А.;
- з кафедри інформатики та програмної інженерії: завідувач кафедри, д.т.н., професор Жаріков Е.В, професор кафедри, д.т.н., професор Стеценко І.В, професор кафедри, д.т.н., професор Павлов О.А., ст. викладач кафедри, к.т.н., доцент Олійник Ю.О.

## **СЛУХАЛИ:**

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформаційних систем та технологій Дифучиної Олександри Юрїївни за матеріалами дисертаційної роботи «Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології. Освітньо-наукова програма «Інформаційні системи та технології».

Тему дисертаційної роботи «Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання» затверджено на засіданні Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 3 від “23” листопада 2020 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 6 від “28” листопада 2022 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії Павлов О.А.

## **2. Запитання до здобувача.**

Запитання по темі дисертації ставили:

професор кафедри ІСТ, д.ф.-м.н. професор, Дорошенко А.Ю., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Букасов М.М., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Ковальов М.О., професор кафедри ІСТ, д.т.н., професор Поліщук М.М., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Остапченко К.Б., доцент кафедри ІСТ, к.ф.-м.н. Жереб К.А., завідувач кафедри ІСТ, д.т.н., професор Ролік О.І., професор кафедри ОТ, д.т.н., професор Новотарський М.А.

## **3. Виступи за обговореною роботою.**

В обговоренні дисертації взяли участь:

завідувач кафедри ІСТ, д.т.н., професор Ролік О.І., професор кафедри ІСТ, д.ф.-м.н., професор, Дорошенко А.Ю., професор кафедри ОТ д.т.н., професор Новотарський М.А., професор кафедри ІСТ, д.т.н., професор Жаріков Е.В.

## **УХВАЛИЛИ:**

**ПРИЙНЯТИ** такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

### **1. Актуальність теми дослідження**

Сучасні інформаційні технології потребують швидкої роботи алгоритмів, яку можна досягти за рахунок використання паралельних обчислень. Проте, в залежності від параметрів, що визначають характеристики підзадач та механізми їх взаємодії, використання паралельних обчислень може призвести як до прискорення, так і до сповільнення обчислень. На практиці проблему налаштування параметрів паралельних обчислень вирішують шляхом багатократного тестування



- 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.

#### **4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи**

Теоретичне значення результатів дисертаційного дослідження полягає у розробці методу оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі експериментального дослідження Петрі-об'єктної моделі обчислень, а також у розвитку формального опису паралельних обчислень на основі формалізму Петрі-об'єктної моделі та у розробці фрагментів мереж Петрі для відтворення типових механізмів багатопотокової технології. Експериментально досліджено точність розроблених моделей та доведено їх високу якість (похибка до 8%).

Практичне значення результатів полягає у підвищенні ефективності використання паралельних обчислень в інформаційних технологіях за рахунок оптимізації параметрів паралельних обчислень. Здобувачем розроблено програмне забезпечення для моделювання та оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання. З використанням розробленої технології моделювання здобувачем виконано дослідження параметрів паралельного алгоритму імітації. За результатами порівняння з реальною програмою зроблено висновок про достатньо високу точність визначення оптимальних параметрів на моделі. Технологія моделювання паралельних обчислень мережею Петрі впроваджена у рамках навчального дистанційного курсу «Технології паралельних обчислень» (сертифікат ДК № 0098, затверджений протоколом №8 від 02.06.2023 Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського).

#### **5. Апробація/використання результатів дисертації**

Основні результати наукового дослідження доповідались та отримали позитивні відгуки на таких наукових конференціях: Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS 2023, 2018, 2017), International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications (ICCSEEA 2018, 2019).

#### **6. Дотримання принципів академічної доброчесності**

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Дифучиної Олександри Юріївни визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

програми на різних комп'ютерних платформах при різних наборах параметрів, щоб гарантувати коректність та ефективність обчислень.

Математичні методи оцінювання ефективності паралельних обчислень спроможні вказати на існування обмеження на максимально досяжне прискорення за ідеальних умов вільного доступу до обчислювального ресурсу та відсутності синхронізації обчислень (тобто фактично відсутності взаємодії між частинами програми).

Існуючі засоби проектування програм, такі як UML, дають змогу узагальнено представити графічно взаємодію окремих частин програми, проте не надають можливості будь-якого чисельного аналізу обчислень. Засоби моделювання, такі як високорівневі мережі Петрі, рекомендовані міжнародним стандартом ISO/IEC 15909-1:2019 як техніка для специфікації паралельних і розподілених систем. На сьогоднішній день є досвід розробки симуляторів обчислень на основі мереж Петрі, проте жоден з них не став широко використовуваним у розробці паралельних обчислень.

Таким чином, на сьогодні не існує уніфікованого методу створення моделі паралельних обчислень і, відповідно, не існує іншого, окрім реальної програми, засобу, який можна використовувати для оптимізації параметрів паралельної програми. З огляду на це, створення методів та засобів, спрямованих на вдосконалення процесу налагодження багатопотокових програм та підвищення ефективності використання паралельних обчислень в інформаційній технології, є актуальним науковим завданням.

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

Наукове дослідження проводилось у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у відповідності до напряму «Технологічні засоби та сервіси програмного інжинірингу» переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №942 від 7.09.2011 (в редакції постанови №463 від 09.05.2023), та у відповідності до тематики наукових розробок кафедри. Результати наукового дослідження є результатом участі здобувача у виконанні науково-дослідної роботи «Методи візуального програмування Петрі-об'єктних моделей» (державний реєстраційний номер 0117U000918).

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

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- 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;



## 7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 9 наукових публікацій, у тому числі:

- 1 стаття у науковому фаховому виданні України за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології;

- 1 стаття у науковому фаховому виданні України за технічними науками;

- 3 статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science Core Collection із зазначенням квартилю видання (якщо такий є);

- 4 тез доповідей на наукових конференціях.

1. Дифучина О.Ю. (2023) Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень. *Технічні науки та технології*, 3(33), 130-140. (Фахове видання, «Б»). ISSN 2411-5363. DOI: 10.25140/2411-5363-2023-3(33). <http://tst.stu.cn.ua/article/view/291211/284757>

2. Стеценко І.В., Дифучина О.Ю. (2017) Моделювання паралельних обчислень стохастичними мережами Петрі. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Інформатика, управління та обчислювальна техніка*, 66, 27-31. ISSN 0135-1729. (Фахове видання).

Особистий внесок здобувача: розробка бібліотеки шаблонів базових фрагментів багатопотокової програми, яка призначена для моделювання паралельних обчислень стохастичною мережею Петрі.

3. Stetsenko I.V., Dyfuchyna O. (2020) Thread Pool parameters tuning using simulation. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 938, 78-89. Springer, Cham. ISSN 2194-5365. DOI: 10.1007/978-3-030-16621-2\_8. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16621-2\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16621-2_8) (Scopus)

Особистий внесок здобувача: розробка моделі та дослідження ефективності пулу потоків.

4. Stetsenko I.V., Pavlov O.A., Dyfuchyna O. (2021) Parallel algorithm development and testing using Petri-object simulation. *International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems*, 36(6), 549-564. Taylor and Francis Ltd. ISSN 1744-5779. DOI: 10.1080/17445760.2021.1955113. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445760.2021.1955113> (Scopus, Q3)

Особистий внесок здобувача: розробка Петрі-об'єктної моделі та дослідження ефективності паралельного алгоритму імітації дискретно-подійної системи.

5. Stetsenko I.V., Dyfuchyna O. (2019) Simulation of multithreaded algorithms using Petri-object models. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 754, 391- 401. Springer, Cham. ISSN 2194-5365. DOI: 10.1007/978-3-319-91008-6\_39. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91008-6\\_39](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91008-6_39) (Scopus, Q3)



Особистий внесок здобувача: розробка та дослідження Петрі-об'єктної моделі проблеми дедлоку (deadlock) та її вирішення, а також моделі проблеми доступу до спільних даних та її вирішення.

6. Дифучина О.Ю. (2023). Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання. МОДС 2023: тези доповідей Вісімнадцятої міжнародної конференції (13 – 15 листопада 2023 р., м. Чернігів). М-во освіти і науки України; Нац. Акад. наук України; Академія технологічних наук України; Інженерна академія України та ін. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. С.25-28. <http://ir.stu.cn.ua/123456789/29144>

7. Дифучина О.Ю. (2018). Тестування паралельних програм на моделях. Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2018: тези доповідей Тринадцятої міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ – с. Жукін, 25 червня – 29 червня 2018 р.). М-во осв. і наук. України, Нац. Акад. наук України, Академія технологічних наук України, Інженерна академія України та ін. Чернігів: ЧНТУ, 2018. С.231-234. <https://stu.cn.ua/wp-content/uploads/2021/04/mods18-p.pdf>

8. Стеценко І.В., Дифучина О.Ю. (2018). Програмне забезпечення моделювання дискретно-подійних систем. Тези доповідей п'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Управління розвитком технологій». К.: КНУБА, 2018. С.97-98. <https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8-2018.pdf>

Особистий внесок здобувача: розробка модуля анімації імітації Петрі-об'єктної моделі.

9. Дифучина О.Ю., Стеценко І.В. (2019). Критерій ефективності використання паралельних обчислень в інформаційній технології. Матеріали ІІІ всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2019). Київ.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 20-22 листопада 2019 р. – С.6-8.

Особистий внесок здобувача: створення критерію для оцінювання ефективності використання паралельних обчислень в інформаційній технології та спосіб його визначення на основі Петрі-об'єктних моделей.

Якість та кількість публікацій відповідають «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.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Дифучиної О.Ю. «Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-



наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського «Інформаційні системи та технології» зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Метод оптимізації параметрів паралельних обчислень на основі Петрі-об'єктного моделювання», подану Дифучиною Олександрою Юріївною на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Корнага Ярослав Ігорович;

Члени:

Рецензенти:

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

д.т.н., професор, професор кафедри обчислювальної техніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Новотарський Михайло Анатолійович;

Офіційні опоненти:

д.т.н., професор, завідувач кафедри програмних систем і технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка Бичков Олексій Сергійович;

д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії Національного університету «Чернігівська політехніка» Дорош Марія Сергіївна.

Головуючий на засіданні

д.т.н., професор,  
завідувач кафедри  
інформаційних систем та технологій



Олександр РОЛІК

Вчений секретар кафедри  
інформаційних систем та технологій  
к.т.н., доцент



Олена ГАВРИЛЕНКО