

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Ігнатченко Марії Сергіївни «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 112 «Комп'ютерні науки» (галузь знань 12 «Інформаційні технології»)

Дисертація Ігнатченко Марії Сергіївни на тему «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 112 «Комп'ютерні науки» (галузь знань 12 «Інформаційні технології»), виконана на кафедрі програмної інженерії математичного факультету Запорізького національного університету Міністерства освіти і науки України. Тема дисертації затверджена та уточнена на засіданні науково-технічної ради Запорізького національного університету (протокол № 4 від 16 листопада 2017 р., протокол № 9 від 20 лютого 2020 р.).

Для підготовки висновку про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах» Вченою радою Запорізького національного університету (протокол № 5 від 22 грудня 2020 р.) визначено, що попередня експертиза дисертації проводитиметься на базі математичного факультету Запорізького національного університету, та призначено двох рецензентів:

1. Козіна Ігоря Вікторовича, доктора фізико-математичних наук, професора, професора кафедри економічної кібернетики Запорізького національного університету.

2. Лісняка Андрія Олександровича, кандидата фізико-математичних наук, доцента, завідувача кафедри програмної інженерії Запорізького національного університету.

За результатами аналізу змісту дисертаційного дослідження Ігнатченко М. С., поданих до розгляду наукових публікацій за темою дисертації, а також враховуючи підсумки фахового наукового семінару математичного факультету Запорізького національного університету (протокол № 2 від 29 січня 2021 р.), визначено наступне.

1. Ступінь актуальності теми дослідження

Дисертаційна робота присвячена важливій науково-технічній проблемі лінгвістичного та програмного забезпечення скінченно-елементного аналізу в паралельних обчислювальних системах. На сьогодні створення нових зразків техніки практично неможливе без широкого застосування сучасних інформаційних технологій та обчислювальних систем. Однією з найважливіших задач, які

постають перед інженерами, є заміна фізичних випробувань дослідних зразків складних інженерно-технічних систем, що проектуються, віртуальним комп'ютерним експериментом. Це дозволяє, з одного боку, значно зменшити витрати часу та ресурсів на проектування, а з іншого, підвищити його якість. Тому проблема автоматизації дослідження властивостей складних інженерно-технічних систем на сьогодні є актуальною.

У дисертації здобувачка обґрунтувала важливість наукового опрацювання питань, що є предметом її дослідження, зв'язок теми дисертації з сучасними дослідженнями у механіці композитів.

Дисертація виконана згідно з планом наукових досліджень, що здійснювалися на математичному факультеті Запорізького національного університету за держбюджетною темою «Математичне та програмне забезпечення автоматизованого проектування аерокосмічної техніки» № ДР 0118U00210 (2018-2020 рр.).

2. Наукова новизна, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні актуальної науково-технічної проблеми підвищення ефективності розробки систем скінченно-елементного аналізу задач математичної фізики з використанням паралельних обчислень.

При виконанні дисертаційної роботи отримані наступні наукові результати:

– вперше запропоновано проблемно-орієнтовану мову FORL-G, за допомогою якої користувач може здійснювати функціональне моделювання дво- та тривимірних геометричних областей довільної форми, і яка підтримує паралельні методи обчислень, що суттєво прискорює процес побудови скінченно-елементних моделей;

– вперше запропоновано проблемно-орієнтовану мову FORL-F, яка дозволяє із застосуванням варіаційних принципів описувати чисельні схеми розрахунку широких класів задач математичної фізики в паралельних обчислювальних системах;

– вперше запропоновано методологію розробки систем скінченно-елементного аналізу в паралельних обчислювальних системах із застосуванням патерну проектування Prototype;

– отримав подальшого розвитку метод функціонального моделювання геометричних областей із застосуванням теорії R-функцій і паралельних розрахунків;

– отримав подальшого розвитку паралельний алгоритм виведення розрахункових співвідношень методу скінченних елементів із варіаційних принципів;

- отримав подальшого розвитку метод візуалізації результатів чисельного розрахунку в паралельних обчислюваних системах;
- вперше створено автоматизовану систему проектування, в якій програмно реалізовані запропоновані підходи та алгоритми.

Теоретичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у тому, що її положення та результати є суттєвим внеском у розвиток такої галузі комп'ютерних наук, як розробка наукового програмного забезпечення. Запропонована здобувачкою методика застосування патерну проектування Prototype для паралельних реалізацій систем скінченно-елементного аналізу дозволяє істотно скоротити час створення програмного забезпечення і виконати його уніфікацію для застосування в паралельних обчислювальних системах різних типів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені в дисертаційній роботі підходи дозволяють значно підвищити якість програмної реалізації систем скінченно-елементного аналізу крайових задач в паралельних обчислювальних системах.

Запропонований програмний засіб femsolver дозволяє автоматизувати всі аспекти застосування МСЕ: від побудови якісних дискретних моделей, до чисельного розрахунку й візуалізації отриманих результатів. Він реалізований у вигляді програми з відкритим вихідним кодом із застосуванням стандартної бібліотеки STL мови C++, а також безкоштовних бібліотек Boost та Eigen.

3. Публікації, що висвітлюють основні результати дисертації, та особистий внесок здобувача

Наукові положення і результати, що представлені в дисертаційній роботі, отримані здобувачем особисто. Нижче наведені публікації та вказано особистий внесок здобувача і відповідні розділи дисертації.

1. Математичне забезпечення інженерного аналізу об'єктів аерокосмічної техніки на базі хмарних технологій: монографія / С. В. Чопоров, О. В. Кудін, Є. В. Панасенко, Д. Д. Грищак, М. С. Ігнатченко [за наук. ред. С. В. Чопорова]. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 300 с.

Особистий внесок здобувача: написано розділ монографії, присвячений застосуванню патерна проектування Prototype для розробки систем скінченно-елементного моделювання.

2. Mathematical and computer modelling of engineering systems : Collective monograph / In edition by Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine V. S. Hudramovich. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2020. 164 p.

Особистий внесок здобувача: написано розділ монографії, присвячений розробці систем скінченно-елементного моделювання в паралельних обчислювальних системах.

3. Ігнатченко М. С., Кудін О. В. Візуалізація геометричних областей складної форми в паралельних обчислювальних системах зі спільною пам'яттю. *Вісник Запорізького національного університету*. 2019. № 2. С. 48–54.

Особистий внесок здобувача: виконано програмну реалізацію візуалізації геометричних областей складної форми в паралельних обчислювальних системах зі спільною пам'яттю. Проведено низку обчислювальних експериментів.

4. Ігнатченко М. С., Кудін А. В., Гнездовский А. В. Объектно-ориентированная реализация библиотеки конечно-элементного анализа на языке программирования Python. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2020. № 1. С. 138–147.

Особистий внесок здобувача: виконано програмну реалізацію бібліотеки скінченно-елементного аналізу на мові програмування Python.

5. Ігнатченко М. С. Параллельная реализация алгоритма marching cubes с использованием паттерна проектирования. *Prototype. Colloquium-journal*. 2021. №10 (97). Р. 49–52.

6. А.с. № 100690. Комп'ютерна програма “Об'єктно-орієнтована бібліотека класів, що реалізують інтерпретацію складних арифметичних виразів “PARSER” / С. В. Чопоров, С. І. Гоменюк, М. С. Ігнатченко, М. І. Клименко, О. А. Головань. – опубл. 18.11.2020.

Особистий внесок здобувача: спроектовано систему класів, що реалізують інтерпретацію складних арифметичних виразів.

7. Ігнатченко М. С., Гнездовский А. В. Объектно-ориентированное моделирование задач механики. *Сучасні проблеми машинобудування. Конференція молодих вчених та спеціалістів: зб. тез доп.* Харків: Інститут проблем машинобудування НАН України, 2016. С. 23–24.

Особистий внесок здобувача: спроектовано систему класів для об'єктно-орієнтованого програмування чисельних методів дослідження задач механіки.

8. Ігнатченко М. С. Параллельний алгоритм пошуку границі двовимірної геометричної області, заданої неявною функцією. *Інформаційні технології та взаємодії (IT&I – 2019)*. VI міжнародна науково-практична конференція. Матеріали доповідей. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2019. С. 24–25.

9. Ігнатченко М. С., Кудін О. В. Моделювання складних геометричних областей із застосуванням функціонального підходу. Актуальні проблеми математики та інформатики: тези доповідей Десятої Всеукраїнської, сімнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2019. С. 97–98.

Особистий внесок здобувача: програмно реалізовано систему моделювання складних геометричних областей із застосуванням функціонального підходу.

10. Ігнатченко М. С., Кудін О. В. Візуалізація R-функцій в паралельних обчислювальних системах зі спільною пам'яттю. *Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2021: тези доповідей міжнародної науково-*

практичної конференції імені професора Михальова О. І. Дніпро: НМетАУ, 2020. С. 161–165.

Особистий внесок здобувача: програмно реалізовано візуалізацію R-функцій в паралельних обчислювальних системах зі спільною пам'яттю. Виконано низку обчислювальних експериментів.

11) Ігнатченко М. С., Кудін О. В. Застосування паралельних обчислювальних систем зі спільною пам'яттю для візуалізації R-функцій. *Актуальні проблеми математики та інформатики: Збірка тез доповідей Одинадцятої Всеукраїнської, вісімнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників* (м. Запоріжжя, 23-24 квітня 2020 р.). Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 26–27.

Особистий внесок здобувача: виконано програму реалізацію запропонованої системи. Виконано низку обчислювальних експериментів.

Таким чином, можна зазначити, що:

1) здобувачкою опубліковано дві монографії (у тому числі одну, що вийшла англійською мовою в країні Європейського Союзу (Латвія)), дві наукові роботи у фахових періодичних виданнях України, що висвітлюють основний зміст дисертації, і одну статтю було опубліковано у міжнародному періодичному виданні (Польща);

2) публікації достатньо повно розкривають основний зміст дисертації та відповідають умовам зарахування їх за темою дисертації відповідно пункту 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (*Постанова КМУ № 167 від 6.03.2019 р. із змінами згідно з Постановою КМУ № 979 від 21.10.2020 р.*);

3) апробацію дисертації засвідчують п'ять публікацій тез доповідей на Всеукраїнських та міжнародних конференціях.

4. Відповідність дисертації вимогам, передбаченим пунктом 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, що виконувалася здобувачем особисто. Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, що мають істотне значення для комп'ютерних наук, що підтверджено публікаціями, які розкривають основний зміст роботи. Дисертація свідчить про суттєвий особистий внесок здобувача у розвиток комп'ютерних наук.

Дисертацію оформлено у відповідності до вимог Міністерства освіти і науки України (Наказ №40 від 12.01.2017 із змінами, внесеними згідно з *Наказом Міністерства освіти і науки №759 від 31.05.2019*).

Дисертація написана грамотною українською мовою. Стиль викладення матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі та характеризується точністю, логічністю та завершеністю.

ВИСНОВОК


Ознайомившись із дисертацією Ігнатченко Марії Сергіївни «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах» та науковими публікаціями, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також взявши до уваги підсумки фахового семінару, вважаємо, що:

1. Дисертація Ігнатченко Марії Сергіївни «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах» є фундаментальним науковим дослідженням з актуальних питань, характеризується єдністю змісту, містить наукові результати, яким властива наукова новизна, теоретичне та практичне значення.

2. Дисертація Ігнатченко Марії Сергіївни «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах» може бути рекомендована до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 112 – «Комп'ютерні науки» (галузь знань 12 – «Інформаційні технології») у разовій спеціалізованій вченій раді.

Рецензент:


Професор кафедри
економічної кібернетики
Запорізького національного університету,
доктор фізико-математичних наук,
професор


I. V. Козін
(підпис)

«02» лютого 2021 р.

Рецензент:

Завідувач кафедри
програмної інженерії
Запорізького національного університету,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент


А. О. Лісняк
(підпис)

«02» лютого 2021 р.

Підпис
засвідчую

Козіна Т. В.
Лісняка А. О.


А. В. Козін
А. О. Лісняк