

**ВІДГУК**  
**ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, старшого наукового співробітника  
Максименка-Шейка Кирила Володимировича на дисертацію  
Ігнатченко Марії Сергіївни «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного  
моделювання у паралельних обчислювальних системах», яку представлено на  
здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності  
122 «Комп'ютерні науки»

**Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження та її зв'язок із  
напрямами науково-дослідних робіт**

Однією з важливих проблем, що постають перед сучасним машинобудуванням, є заміна тривалих і дорогих експериментальних випробувань дослідних зразків нової техніки (часто з їх пошкодженням, а інколи й повним знищенням) комп'ютерним експериментом, який полягає у вивченні відповідної математичної моделі за допомогою сучасної обчислювальної техніки.

Найбільш ефективним сучасним чисельним методом, за допомогою якого можна наближено розв'язувати диференційні та інтегральні рівняння, є метод скінченних елементів. Розробка наукового програмного забезпечення, із застосуванням якого можна автоматизувати скінченно-елементне моделювання різноманітних складних об'єктів та процесів, є важливою задачею вже протягом тривалого часу. Значне поширення кількості та якості паралельних обчислювальних систем різних типів робить цю задачу ще більш актуальною. Саме тому дисертаційне дослідження Ігнатченко М. С., яке присвячено створенню нових підходів до розробки програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для скінченно-елементного аналізу із застосуванням паралельних обчислень, є актуальним, своєчасним і таким, що повністю відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

## Основні наукові положення і висновки, сформульовані в дисертації, їх новизна, ступінь обґрунтованості та достовірності

У дисертаційній роботі чітко сформульовано її мету, яка полягає у вирішенні актуальної на сьогодні проблеми підвищення ефективності розробки програмного забезпечення для скінченно-елементного аналізу проєктованих складних інженерно-технічних систем.

Наукові положення та висновки дисертації добре обґрунтовані з посиланням на літературу та джерела, які розглянуто здобувачкою у першому розділі дослідження «Аналіз стану проблеми». Структура дисертаційної роботи є логічною та виваженою, вона містить всі необхідні складові та підпорядкована досягненню заявленої мети. Обґрунтованість та достовірність результатів дисертації не викликає сумнівів, оскільки вона підтверджується коректністю обраної методології дослідження та ґрунтовним аналізом сучасного стану досліджень у предметній галузі, релевантною добіркою використаних джерел, а також проведеними обчислювальними експериментами.

В дисертаційній роботі отримані наступні наукові результати:

- *вперше* запропоновано проблемно-орієнтовану мову FORL-G, за допомогою якої користувач може здійснювати функціональне моделювання дво- та тривимірних 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 проєктування Prototype;
- *отримав подальший розвиток* метод функціонального моделювання областей із застосуванням теорії R-функцій і паралельних розрахунків;

– отримав подальший розвиток паралельний алгоритм виведення розрахункових співвідношень методу скінченних елементів із варіаційних принципів;

– отримав подальший розвиток метод візуалізації результатів чисельного розрахунку в паралельних обчислюваних системах;

– вперше створено автоматизовану систему проєктування, в якій програмно реалізовані запропоновані підходи та алгоритми.

Рекомендацій щодо подальшого використання дисертаційного дослідження здобувачка в своїй роботі явно не формулює, проте очевидно, що запропонована в роботі методика застосування патерну проєктування Prototype для розробки паралельних програм є дуже перспективною і може стати предметом дослідження в інших наукових працях.

### **Повнота викладення наукових положень, висновків і результатів дослідження в наукових публікаціях**

За темою дисертації здобувачка опублікувала 11 робіт, серед яких:

- дві монографії, в тому числі одна надрукована англійською мовою в країні Європейського Союзу – Латвії;
- дві статі у фахових періодичних виданнях України;
- одна стаття у польському науковому періодичному виданні;
- одне авторське свідоцтво на програмний продукт;
- п'ять тез доповідей на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

Усі публікації прямо пов'язані з тематикою дисертації і достатньо повно розкривають її основні положення. Фактів порушення академічної доброчесності не виявлено. На усі використані в роботі джерела інформації є посилання.

### **Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації**

В цілому позитивно оцінюючи дисертацію, слід звернути увагу на наступні дискусійні положення та зауваження до її змісту.

1. В другому розділі дисертації «Каркас програмного забезпечення» досить ретельно розглянуті найбільш популярні на сьогодні архітектурні шаблони програмного забезпечення. Проте при описі розробленої програмної системи *femsolver* не вказується, який тип архітектури застосовувався для її розробки. Крім того, запропонована програмна система була б значно зручнішою у застосуванні, якби для неї авторкою було реалізовано графічний інтерфейс користувача.

2. В третьому розділі «Паралелізація побудови скінченно-елементних моделей» при описі застосування R-функцій для моделювання областей складної форми була розглянута лише система  $R_0$ . При цьому, на нашу думку, робота значно б виграла, якщо б в ній було досліджене питання доцільності застосування інших достатньо повних систем R-функцій, насамперед  $R_\alpha$ .

3. В четвертому розділі «Реалізація скінченно-елементного розрахунку в паралельних обчислювальних системах» не наведено інформацію про допустимі типи скінченних елементів, які можна застосовувати при використанні запропонованого підходу. Виникає питання про можливість безпосереднього виведення з енергетичних функціоналів співвідношень для локальних матриць жорсткості таких, наприклад, поширених на практиці «синтетичних» елементів, як оболонки, пластини тощо.

4. В роботі також не досліджено питання про продуктивність виведення розрахункових співвідношень із варіаційних принципів. На нашу думку, такі розрахунки у порівнянні із застосуванням формул, жорстко закладених в процесор системи скінченно-елементного аналізу, будуть значно повільнішими.

5. Було б доцільно розглянути більше прикладів застосування описаного в четвертому розділі дисертаційної роботи підходу для розв'язання різних класів задач: теплопровідності, динаміки тощо.

6. В третьому та четвертому розділах дисертації не досліджено питання повноти та несуперечливості запропонованого лінгвістичного забезпечення – мов FORL-G та FORL-F, що значно б покращило роботу.

7. Робота містить деякі друкарські помилки та стилістично невдалі конструкції, проте їх кількість не перевищує встановлені стандартом норми.

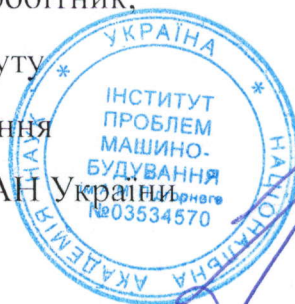
### **Загальний висновок**

Зазначені зауваження та рекомендації не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Ігнатченко Марія Сергіївна продемонструвала високий рівень професійної підготовки, вміння проводити ґрунтовний аналіз предметної області та працювати з літературою, у повному обсязі впоралася з основними завданнями дисертаційного дослідження.

Дисертація «Лінгвістичне забезпечення скінченно-елементного моделювання у паралельних обчислювальних системах» є цілісним завершеним дослідженням, відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» (галузь знань 12 «Інформаційні технології») та вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р., а Ігнатченко Марія Сергіївна заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

### **ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ:**

Доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник,  
учений секретар Інституту  
проблем машинобудування  
ім. А. М. Підгорного НАН України



Максименко-Шейко К. В.