

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Чистякова Олексія Валерійовича "Гібридні алгоритми дослідження та розв'язування алгебраїчної проблеми власних значень для розріджених матриць", представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

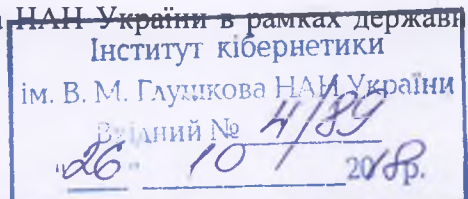
Актуальність теми досліджень. Дисертаційна робота О.В. Чистякова присвячена актуальній проблемі – дослідженню та розробці ефективних паралельних алгоритмів для розв'язування алгебраїчної проблеми власних значень (АПВЗ) розріджених матриць. Такі задачі виникають при дослідженні математичних моделей в багатьох прикладних застосуваннях наприклад, в механіці, хімії, медицині, енергетиці тощо. Причому, розв'язування багатьох інженерних задач, що описуються системами диференціальних рівнянь або різницевиими рівняннями, зводиться до розв'язування АПВЗ матриць, що мають розріджену структуру.

Математичне моделювання сучасних процесів та явищ, які зводяться до розв'язування задач на власні значення, не можуть бути достовірно досліджені та реалізовані в рамках двомірних моделей, а потребують досліджень тривимірних моделей та значних комп'ютерних ресурсів. Сучасні паралельні комп'ютери з графічними процесорами (гібридні комп'ютери) на сьогодні є одними з найпотужніших комп'ютерів у світі. Проте для ефективного використання таких комп'ютерів необхідно створювати нові чисельні алгоритми, які враховують їх архітектурні та технологічні особливості.

Дворівнева організація пам'яті гібридного комп'ютера передбачає дворівневу паралельну реалізацію обчислень: розпаралелювання обчислень на багатоядерних процесорах MIMD-архітектури та на графічних процесорах SIMD-архітектури, де однотипні математичні операції розпаралелюються на певну кількість потоків. Суть проблеми полягає в тому, що при паралельній організації обчислень на гібридних комп'ютерах, крім таких характеристик як складність, швидкість збіжності алгоритму, ключову роль відіграють такі поняття, як збалансованість паралельних алгоритмів, масштабованість, рівномірна завантаженість процесорів CPU та гібридних процесорів, а також ефективне використання комп'ютерної пам'яті різних рівнів та комунікаційних затрат при цьому.

Отже, розробка нових комп'ютерних методів для матриць, які мають нерегулярну розріджену структуру, виходячи з критеріїв оптимізації вище наведених характеристик є нагальною задачею.

Дисертаційна робота О.В. Чистякова виконана відповідно до планів наукових досліджень Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України в рамках державних



науково-дослідницьких програм. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів та двох додатків.

Основні наукові результати дисертаційної роботи сформульовані на основі проведених досліджень, достатньо обґрунтовані, перевірені великою кількістю обчислювальних експериментів, а саме:

1. Розроблено та досліджено гібридний алгоритм поперемінно-трикутного методу для дослідження та розв'язування часткової (мінімальне власне значення) узагальненої АПВЗ розріджених симетричних додатно визначених матриць.

2. Побудовано та обґрунтовано гібридний алгоритм методу спряжених градієнтів для дослідження та розв'язування часткової (мінімальне власне значення) узагальненої АПВЗ розріджених симетричних додатно визначених матриць.

3. Розроблено та досліджено гібридний алгоритм методу ітерацій на підпросторі для дослідження та розв'язування часткової узагальненої АПВЗ (декілька мінімальних власних значень) розріджених симетричних додатно визначених матриць.

4. Отримано оцінки ефективності та прискорення розроблених гібридних алгоритмів.

5. Розроблено програмне забезпечення для дослідження і розв'язання часткової узагальненої АПВЗ розріджених матриць на гібридних комп'ютерах та паралельних комп'ютерах з новітніми хост-процесорами Intel Xeon Phi.

6. Проведено апробацію розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення при математичному моделювання задачі стійкості механічних конструкцій.

Практичне значення одержаних результатів. Здобувачем наукового ступеня на основі розроблених гібридних алгоритмів створено програмні засоби для розв'язування часткової узагальненої АПВЗ для розріджених матриць нерегулярної структури. Програмні засоби пройшли тестування на гібридних комп'ютерах і на створені комп'ютерні програми одержано 3 свідоцтва про авторські права. Розроблене алгоритмічно-програмне забезпечення апробовано на низці тестових задач, використовуючи гібридні комп'ютери сімейства Інпарком різної архітектури (спільна розробка Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України і ДП «Електронмаш») та суперкомп'ютер СКІТ-4 Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. Розв'язано задачу стійкості композитного матеріалу, яка зводиться до розв'язування часткової узагальненої АПВЗ стрічкових симетричних матриць. Методологія створення гібридних алгоритмів для розв'язування АПВЗ розріджених матриць була використана також при розробці ефективних паралельних алгоритмів для комп'ютерів з процесорами Intel Xeon Phi нової архітектури.

Побудовані в дисертаційній роботі гібридні алгоритми та програми можуть застосовуватися при розв'язуванні задач в багатьох предметних областях. Крім того, вони можуть використовуватися в навчальних спецкурсах з методів паралельних обчислень.

Обґрунтованість наукових положень дисертації, їх достовірність і новизна.

Наукові результати дисертації викладені у вигляді чисельних методів, алгоритмів, теорем та лем. Достовірність теоретичних результатів забезпечується доведенням відповідних тверджень, результатами серій чисельних експериментів із тестовими задачами. Новизна наукових результатів підтверджується детальним аналізом результатів попередніх досліджень по тематиці дисертаційної роботи, публікаціями основних результатів у фахових виданнях.

Повнота викладення наукових результатів в опублікованих працях.

Результати дисертаційної роботи О.В. Чистякова достатньо повно висвітлено в 17 публікаціях в наукових виданнях. Серед них: 7 статей опубліковано в журналах, які відносяться до переліку фахових видань України, одна з яких – у науковому журналі, що індексується в міжнародній наукометричній базі SCOPUS; 3 авторських свідоцтв; 7 тез доповідей на конференціях та симпозиумах.

Зміст автореферату повністю відповідає змісту дисертаційної роботи. Мова та стиль, запропоновані автором дисертації, відповідають стандартам, які висуваються до сучасних науково-дослідницьких робіт.

Зауваження.

1. У роботі всебічно досліджено алгоритми розв'язування часткової узагальненої АПВЗ для симетричних розріджених матриць. Проте, не рідко в задачах математичного моделювання виникають несиметричні розріджені матриці. Цей аспект не висвітлений у дисертаційній роботі.

2. Бажано було б провести детальний порівняльний аналіз розроблених гібридних алгоритмів з відомими бібліотеками програм.

Зроблені зауваження не впливають на позитивну оцінку наданої роботи здобувача, не зменшують її актуальність, наукову та практичну цінність дисертаційних досліджень, а є побажаннями напрямку подальших досліджень.

Висновки.

1. Дисертаційна робота О.В. Чистякова є завершеною науковою працею, що виконана на достатньо високому науковому рівні. Одержані нові науково обґрунтовані результати з лінійної алгебри – паралельні алгоритми для розв'язування часткової узагальненої проблеми власних значень для розріджених матриць на багатоядерних комп'ютерах з графічними процесорами, що є суттєвими для розвитку чисельних методів

математичного моделювання. Оформлення та одержані результати відповідають вимогам ВАК України до кандидатських дисертацій на ступінь кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

2. Дисертаційна робота «Гібридні алгоритми дослідження та розв'язування алгебраїчної проблеми власних значень для розріджених матриць» відповідає вимогам щодо «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567, а її автор, Чистяков Олексій Валерійович, заслуговує на присвоєння вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент
професор кафедри автоматики та управління в технічних системах
Національного технічного університету у Україні
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря сікорського»
доктор фіз.-мат. наук, професор

