

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дреботія Романа Григоровича «Побудова та аналіз h_p -адаптивних схем методу скінченних елементів для задач дифузії-конвекції-реакції», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.07 – обчислювальна математика

Актуальність досліджень дисертаційної роботи

Розробка та дослідження h_p -адаптивних схем методу скінченних елементів (МСЕ), тобто таких схем які дозволяють змінювати сітку та степені апроксимуючих многочленів на скінченних елементах є актуальною задачею обчислювальної математики. Відомо, що такі схеми можуть приводити до експоненціальної збіжності наближень до розв'язку задачі. Бажання активізувати практичне використання апроксимацій МСЕ довільних порядків, посилило інтерес до алгоритмів на основі так званого контрольного розв'язку. Слід відмітити, що такі алгоритми складно теоретично дослідити та обґрунтувати коректність отримуваних обчислювальних схем. Тому теоретичні дослідження h_p -адаптивних алгоритмів загалом проведені для достатньо простих задач а алгоритми, що є теоретично обґрунтованими, мають дуже вузьке застосування.

У цьому контексті дисертаційна робота Дреботія Р. Г. доповнює існуючі результати специфічними оцінками похибок для апроксимацій довільних порядків, новим алгоритмом h_p -адаптування та обґрунтуванням можливості поелементної декомпозиції оцінювача похибки на основі контрольного розв'язку, що свідчить про актуальність тематики проведеного дослідження.

Оцінка змісту та завершеності дисертації

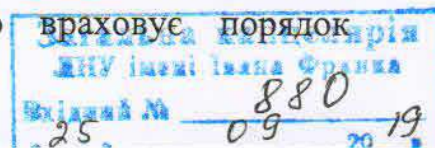
Дисертаційна робота Р.Г. Дреботія присвячена побудові та дослідженню h_p -адаптивних схем МСЕ розв'язування задач дифузії-конвекції-реакції з наперед заданою точністю.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 147 сторінок.

У вступній частині проаналізовано актуальність теми дисертаційної роботи, подано мету та перелічено основні поставлені завдання, висвітлено наукову новизну та практичне значення результатів роботи. Наведено список публікацій автора.

У першому розділі автором сформульовано крайову задачу дифузії-конвекції-реакції та побудовано відповідну варіаційну задачу. Доведено теорему про коректність варіаційної задачі та побудовано методом скінчених елементів відповідну дискретну задачу. Проведено огляд та порівняння відомих h_p -адаптивних алгоритмів МСЕ.

Другий розділ присвячено побудові апостеріорних оцінювачів похибок. Сконструйовано явний оцінювач, що безпосередньо



апроксимації на скінченному елементі. Із використанням варіаційного рівняння для похибки побудовано неявний оцінювач похибки на основі фундаментальних розв'язків. Виходячи з того ж варіаційного рівняння, отримано два неявні оцінювачі Діріхле, що використовуються у схемі адаптування, яку побудовано у розділі 3. Додатково також досліджено питання поелементного обчислення оцінювача на основі контрольного розв'язку.

У третьому розділі розроблено стратегію *hp*-адаптування на основі порівнянь норм апроксимацій похибки. Розглянуто універсальний алгоритм на основі контрольного розв'язку та аспекти його ефективної реалізації. Для обчислення вузлів і ваг квадратур Гауса довільного порядку запропоновано комбінування алгоритму Голуба-Уелша та *QL*-алгоритму з вибором зсувів за Уілкінсоном.

У четвертому розділі на основі авторських програм проведено серію обчислювальних експериментів та їх аналіз для сингулярно збурених задач дифузії-конвекції-реакції. Здійснено порівняльний аналіз розробленого алгоритму адаптування та алгоритму на основі контрольного розв'язку, а також розробленого алгоритму із *h*-адаптивною схемою. Наведено порівняння різних оцінювачів та критеріїв адаптування. Результати обчислювальних експериментів підтверджують основні теоретичні положення, а також практичну ефективність розроблених схем.

Результати дисертаційної роботи є новими та строго математично обґрунтованими, становлять теоретичну та практичну цінність для науки. Робота носить завершений характер.

Результати дисертації опубліковано у 5-ох статтях: чотири з яких у наукових фахових виданнях з переліку, затвердженого МОН України, та одну у закордонному виданні. Одна стаття входить до наукометричної бази даних Web of Science. Про апробацію роботи свідчать 12 тез та матеріалів доповідей на різних міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Зміст автореферату правильно відображає основні положення дисертації. В авторефераті та дисертації чітко зазначено особистий внесок здобувача у кожній опублікованій статті за тематикою роботи.

Зауваження та побажання щодо дисертаційної роботи

1. У розділі 2 можна було б розглянути питання ефективності і надійності оцінювача на основі фундаментальних розв'язків.
2. У розділі 3 варто явно обґрунтувати коректність формування матриць відповідно до методу статичної конденсації.
3. У розділі 3 було б доцільно розглянути також застосування побудованого алгоритму до задач із розривними коефіцієнтами.
4. На дрібні описки з розділовими знаками у формулах та стилістичні помилки автору вказано особисто.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну характеристику роботи, а побажання лише розширюють дослідження і можуть бути виконані в майбутній науковій роботі.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Р. Г. Дреботія на тему «Побудова та аналіз *hp*-адаптивних схем методу скінченних елементів для задач дифузії-конвекції-реакції» є завершеною науковою працею, в якій одержано такі нові результати: побудовано специфічні оцінки похибок для апроксимацій довільних порядків, побудовано новий алгоритм *hp*-адаптування та обґрунтовано можливість поелементної декомпозиції оцінювача на основі контрольного розв'язку.

Враховуючи вищенаведені факти, вважаю, що дисертаційна робота Дреботія Романа Григоровича «Побудова та аналіз *hp*-адаптивних схем методу скінченних елементів для задач дифузії-конвекції-реакції» повністю задовольняє чинні вимоги МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присвоєння вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.07 – обчислювальна математика.

Офіційний опонент:

доктор фізико-математичних наук,
провідний науковий співробітник відділу
числових методів математичної фізики
Інституту прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України

М. В. Кутнів

Підпис Кутніва М. В. підтверджую
Вчений секретар
Інституту прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України

