

ВІДГУК

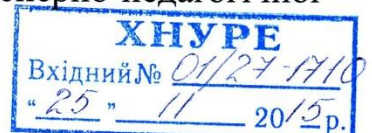
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Залужної Галини Володимирівни
«Математичне моделювання нестационарного переносу тепла в неоднорідному
середовищі з використанням інтерлінації функцій»,
що представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю
01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми. Теорія крайових задач є одним з актуальних розділів диференціальних рівнянь, які активно розвиваються. Крайові задачі теплопровідності являють собою один з найбільш важливих напрямків у сучасній прикладній математиці. З ними пов'язані дослідження і розрахунок різних фізико-механічних полів. В теорії наближеного розв'язання стаціонарних та нестационарних початково-крайових задач все більше уваги приділяється зменшенню кількості арифметичних операцій, необхідної для відновлення розв'язку з потрібною точністю.

Одним з ефективних чисельних методів для визначення розподілу температури в тілі є метод скінченних елементів. Якщо просторових змінних дві або три, виникає велика кількість рівнянь (диференціальних або в стаціонарному випадку алгебраїчних), які треба розв'язувати при заданих граничних і початкових умовах. Тому доцільно для розв'язання таких задач використовувати нові методи.

В праці Сергієнка І.В., Литвина О.М. викладено загальний метод розв'язання нестационарної задачі теплопровідності з використанням інтерлінації функцій. Враховуючи, що методи інтерлінації функцій дозволяють будувати схеми методу скінченних елементів, які для досягнення заданої точності вимагають розв'язання значно меншого числа диференціальних рівнянь, актуальним є застосування і дослідження їх обчислювальних можливостей для розв'язання нестационарних задач теплопровідності.

Зв'язок роботи з планами і програмами наукових досліджень в Україні. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі вищої та прикладної математики Української інженерно-педагогічної академії в рамках тематики наукового міжвідомчого центру «Математичне моделювання структури неоднорідного тіла з використанням нових методів розв'язання крайових задач і методів комп'ютерної та сейсмічної томографії», створеного сумісно Інститутом кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України та Українською інженерно-педагогічною академією. Результати дисертаційної роботи частково були використані у рамках держбюджетної теми, яка входить до плану НДР кафедри вищої та прикладної математики Української інженерно-педагогічної



академії, а саме «Розробка і дослідження нового методу розвідки і розробки родовищ корисних копалин на основі інтерлінації функцій» (держбюджетна тема № ДР 0109U008661, 2012-2014).

Наукова новизна отриманих результатів. До найбільш важливих результатів, які отримані у дисертаційній роботі Г.В. Залужної та визначають наукову новизну роботи, варто віднести наступні:

– розроблено метод, який є скінченно-елементною реалізацією методу зведення до системи інтегро-диференціальних рівнянь, використаного при розв’язанні крайової задачі для нестационарного рівняння теплопровідності з двома просторовими змінними у випадку областей складної геометричної форми. Цей метод розроблено на основі сплайн-інтерлінації функцій та названо інтерлінаційним методом скінченних елементів (ІМСЕ) для нестационарних задач теплопровідності;

– подальшого розвитку набув метод скінченних елементів розв’язання нестационарної задачі теплопровідності з використанням інтерлінації функцій;

– для тестування наближувачих та обчислювальних властивостей ІМСЕ запропоновано та досліджено метод побудови точних розв’язків нестационарних задач теплопровідності для областей складної форми. Це використано для перевірки теоретичних тверджень дисертаційної роботи щодо похибки наближених розв’язків;

– при чисельній реалізації для розв’язання нестационарних задач тепломасопереносу за допомогою ІМСЕ запропоновано використовувати спеціальну нумерацію вузлів елементів, яка дозволяє в системі звичайних диференціальних рівнянь $A \cdot C'(t) + B \cdot C(t) = D$, що виникає в ІМСЕ, зберегти блочно-трюхдіагональну структуру матриць A і B .

Вірогідність результатів дисертаційної роботи. Основні наукові результати та висновки дисертаційної роботи повністю обґрунтовані. Їх достовірність забезпечується коректністю математичних постановок задач, доведеними в роботі теоремами, перевіркою результатів на модельних прикладах. Для ряду прикладів оцінка точності отриманих чисельних результатів здійснювалась на основі порівняння з точними розв’язками. Всі результати були протестовані за допомогою відповідних обчислювальних експериментів, проведених з використанням розроблених Г.В. Залужною програм в системі комп’ютерної математики MathCAD.

Практична цінність результатів роботи. На основі запропонованих методів та алгоритмів можна розробляти пакети прикладних програм для наближеного розв’язання нестационарних початково-крайових задач

теплопровідності з двома просторовими змінними, при цьому розв'язувати на порядок меншу кількість диференціальних рівнянь порівняно з класичними схемами МСЕ для досягнення заданої точності.

Публікації та апробація результатів. Результати дисертації повністю висвітлені у наукових публікаціях автора з урахуванням встановлених вимог. За темою дисертації опубліковано 18 праць, в тому числі 5 статей в наукових журналах з Переліку наукових фахових видань України, 1 стаття у виданні іноземної держави, 12 тез доповідей, опублікованих у друкованих матеріалах наукових конференцій та симпозіумів.

Наведений перелік публікацій та їхній зміст відповідає темі дисертаційної роботи та в достатньому обсязі відображає її основні положення, наукові результати і висновки. Зміст автореферату повністю відповідає змісту дисертації. В ньому достатньо повно відображено основні міркування, результати і висновки дисертаційної роботи. У дисертації та авторефераті розкрито особистий внесок дисертанта для друкованих праць, які опубліковані в співавторстві.

Зауваження до дисертаційної роботи. До дисертації є наступні зауваження та побажання.

1. При формуванні початкових умов для системи звичайних диференціальних рівнянь розробленого в роботі інтерлінаційного МСЕ використовувалась класична схема їх задання, яка полягає в тому, що $C_{k\ell}(t)|_{t=0} = \varphi(x_k, y_\ell)$, $(x_k, y_\ell) \in D$. Запропонований в дисертаційній роботі метод ІМСЕ розв'язання нестационарної задачі теплопровідності має високу точність. Для цього методу з такою високою точністю можна було більше уваги приділити обґрунтуванню вибору початкових умов.

2. При побудові точних розв'язків запропонований інтерлінаційний метод скінченних елементів використовує явні формули для сплайнів на довільній сітці вузлів, метод побудови яких запропоновано в дисертаційній роботі О.В. Ткаченка. Але явні формули для сплайнів 4-го, 5-го порядків на довільній сітці вузлів в роботі не наведено.

3. В загальному випадку коефіцієнт теплопровідності в початково-крайових задачах, які досліджуються в роботі, може залежати від просторових змінних. З роботи не зрозуміло, які обчислювальні труднощі виникатимуть в цьому випадку при формуванні елементів матриць системи звичайних диференціальних рівнянь.

Вказані зауваження не впливають на загальну високу позитивну оцінку роботи.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертаційна робота «Математичне моделювання нестационарного переносу тепла в неоднорідному середовищі з використанням інтерлінації функцій» за змістом є завершеною науковою працею, в якій одержані нові науково обґрунтовані результати, що є значним досягненням при математичному моделюванні розподілу тепла в двовимірних тілах.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності та всім вимогам до кандидатських дисертацій згідно з «Порядком присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, а її автор, Залужна Галина Володимирівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,
начальник відділу
автоматизації інженерних розрахунків
державного підприємства «Івченко-Прогрес»,
к.ф.-м.н.



О.В. Ткаченко

Підпис Ткаченка О.В. засвідчую
Нач. відділу кадрів ДП «Івченко-Прогрес»



А.І. Муравченко