

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Сембера Дмитра Андрійовича
«Функціонально-дискретний метод розв'язування нелінійного
рівняння Клейна–Гордона»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата
фізико-математичних наук за спеціальністю
01.01.07 – обчислювальна математика

Складність сучасних проблем математичного та комп'ютерного моделювання динамічних процесів, зокрема, в квантовій механіці, наноструктурах, надпровідних системах та біологічних об'єктах потребують подальшого розвитку та удосконалення методів та алгоритмів обчислювальної математики.

Стрімке зростання потужностей сучасної комп'ютерної техніки дозволяє все ефективніше застосовувати чисельні та особливо чисельно-аналітичні методи наближеного розв'язування прикладних проблем. Такі методи, у більшості випадків, мають значно більшу ефективність та економічність з точки зору обчислювальних ресурсів, ніж функціональні методи. А поєднання в чисельно-аналітичному методі основних характеристик функціональних і дискретних методів, іноді, дає вражаючі результати.

Одним з методів, який має основні властивості як функціональних, так і дискретних методів одночасно, є функціонально-дискретний метод, або коротко FD-метод, запропонований Макаровим В. Л. у 1991 році як метод розв'язування задачі Штурма–Ліувілля на власні значення. Макаров В. Л. показав, що застосування FD-методу до задачі Штурма–Ліувілля, дозволяє знаходити власні значення з точністю тим вищою, чим більший порядковий номер власного значення. Подальші застосування FD-методу до широкого класу крайових задач та задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь, диференціальних рівнянь в частинних похідних та їх систем, які було зроблено В. Л. Макаровим, Д. В. Драгуновим, І. І. Лазурчаком, Д. О. Ситником, В. Б. Василюком, В. В. Винокур, І. П. Гаврилюком та ін., показали, що у ряді випадків FD-метод має суперекспоненціальну швидкість збіжності. Більш того, виявилось, що FD-метод може бути застосований до розв'язування операторних рівнянь загального вигляду.

Дисертаційне дослідження Д. А. Сембера «Функціонально-дискретний метод розв'язування нелінійного рівняння Клейна–Гордона» присвячене узагальненню загальної ідеї FD-методу розв'язування операторних рівнянь на випадок задач Коші та Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона. Більш того, варто відзначити, що, крім побудови загальної схеми FD-методу розв'язування цих задач та її обґрунтування, в дисертаційному дослідженні також запропоновано алгоритмічні реалізації цих схем з використанням чисельних методів інтегрування. Таким чином, вони можуть бути використані при розробці прикладного програмного забезпечення розв'язування задач Коші та Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона.

Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків та списку використаної літератури.

У вступі, згідно вимог до кандидатських дисертацій, обґрунтовано актуальність теми роботи, тут йдеться про апробацію роботи, особистий внесок автора, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, а також про публікації результатів дисертаційного дослідження, опублікованих у виданнях, що внесені до переліку наукових фахових видань України.

У першому розділі наведено огляд наукових робіт, тематика яких тісно пов'язана з темою дисертаційної роботи.

В другому розділі дисертаційного дослідження побудовано та обґрунтовано FD-метод розв'язування задачі Коші для нелінійного рівняння Клейна–Гордона з необмеженою нелінійністю. В якості допоміжного твердження доведено теорему про існування і єдиність локального розв'язку задачі Коші для нелінійного хвильового рівняння. Також в другому розділі побудовано алгоритм FD-методу розв'язування задачі Коші для нелінійного рівняння Клейна–Гордона та знайдено достатні умови, що гарантують суперекспоненціальну швидкість збіжності FD-методу. Крім того, дано алгоритмічну реалізацію FD-методу з використанням чисельних методів інтегрування. Наприкінці другого розділу приведено результати чисельних експериментів, які підтверджують теоретичні результати, одержані в цьому розділі.

Третій розділ дисертаційного дослідження присвячений побудові та обґрунтуванню FD-методу розв'язування задачі Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона як у випадку обмеженої, так і у випадку необмеженої нелінійності. Доведено теорему про існування і єдиність локального розв'язку задачі Гурса для нелінійного хвильового рівняння. Побудовано алгоритм FD-методу розв'язування задачі та доведено теореми, які забезпечують суперекспоненціальну швидкість збіжності FD-методу як для рівняння Клейна–Гордона з обмеженою так і з необмеженою нелінійністю. Крім того, запропоновано алгоритм FD-методу розв'язування задачі Гурса на основі його явної та неявної схеми з використанням чисельних методів інтегрування. Дано оцінку складності алгоритму розв'язування задачі Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона з точки зору кількості операцій, необхідних для його реалізації з використанням чисельних методів інтегрування.

Наприкінці третього розділу приведено чисельні приклади, в яких порівнюються явна та неявна схеми FD-методу розв'язування задачі Гурса, з точки зору їх стійкості, а також проводиться порівняння FD-методу з методом декомпозиції Адомяна. Розглянуті чисельні експерименти підтверджують теоретичні результати, одержані в цьому розділі.

Зауважень принципового характеру щодо даного дисертаційного дослідження не маю. Проте є кілька огріхів щодо оформлення роботи, а також деякі побажання.

- 1) В чисельних прикладах як в розділі 2, так і в розділі 3 наводяться порівняння FD-методу з методом декомпозиції Адомяна. Як побажання автору дисертації, зауважу, що було б цікаво провести порівняння запропонованого методу з іншими відомим методами розв'язування рівняння Клейна–Гордона.
- 2) Вважаю, що варто було б розглянути питання оптимальності запропонованих алгоритмів за критеріями точності, швидкодії та інформаційної складності.
- 3) Хоча в цілому робота досить грамотно і акуратно оформлена, проте в ній зустрічаються незначні описки (на с. 46 формула (2.53), на с. 47 формула (2.54)) та стилі-

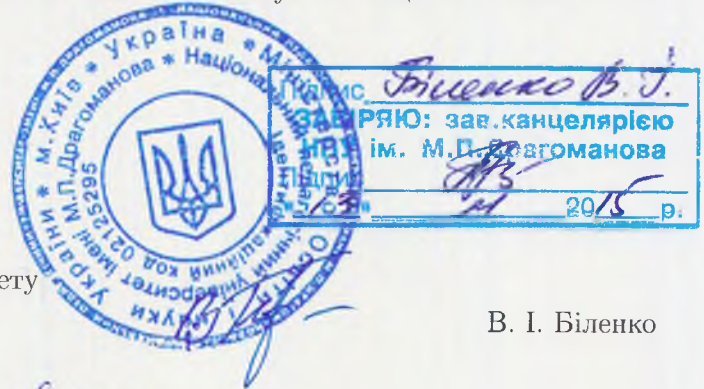
стичні огріхи (сс. 81, 99), які не впливають на зміст роботи та її наукову цінність, і на які було вказано автору.

Приведені зауваження не впливають суттєво на позитивну оцінку роботи, яка є завершеним науковим дослідженням, яке виконано на високому теоретичному рівні.

Результати, представлені в дисертації, є новими, строго обґрунтованими й були опубліковані у фахових наукових виданнях, а також доповідались та обговорювались на дев'яти наукових семінарах та конференціях. Автореферат дисертації повно і правильно відображає її зміст. Хоча дисертаційна робота має теоретичний характер, однак її результати можуть бути використані як при моделюванні прикладних задач фізики та інженерії, так і при розробці прикладного програмного забезпечення розв'язування задач Коші та Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона.

Вважаю, що за актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною та науковою цінністю одержаних результатів, дисертаційна робота Сембера Д. А. «Функціонально-дискретний метод розв'язування нелінійного рівняння Клейна–Гордона», відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року №567, а її автор, Сембер Дмитро Андрійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.01.07 – обчислювальна математика.

Офіційний опонент
кандидат фізико-математичних наук,
професор кафедри вищої математики
Фізико-математичного інституту
Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова



В. І. Біленко

*Діючий Біленко В.І. заслугою
спів. В.І. Біленко від Біленко*

*Надійшов до секретаря ради
вищої ради Д.А. Сембер 13.11.2015р.
секретарь ради*

