

ВІДГУК

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

Функціонально-дискретний метод (FD-метод), запропонований В. Л. Макаровим, спочаку зарекомендував себе як ефективний метод розв'язування задачі Штурма-Ліувіля на власні значення, як такий метод, що дозволяє знаходити власні значення з точністю тим вищою, чим більший порядковий номер власного значення. Завдяки своїм характерним особливостям, таким як наявність вбудованого параметра, варіювання якого дозволяє досягати на практиці збіжності методу, а також можливість знаходження наближеного розв'язку в аналітичному вигляді, в подальшому цей метод вдалося успішно поширити на розв'язування початкових та крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь з частинними похідними. Крім того, в деяких конкретних випадках, як показано в ряді робіт В. Л. Макарова, І. П. Гаврилюка, І.І. Лазурчака, Д. О. Ситника та Д. В. Драгунова, має місце суперекспоненціальна швидкість збіжності FD-методу, а сам FD-метод може бути застосований до розв'язування операторних рівнянь загального вигляду.

Саме продовжуючи дослідження в цьому напрямку, в дисертаційній роботі Сембера Д. А. «Функціонально-дискретний метод розв'язування нелінійного рівняння Клейна–Гордона» на основі загальної ідеї FD-методу розв'язування операторних рівнянь, побудовано та обґрунтовано схему FD-методу розв'язування задач Коші та Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона, яка має суперекспоненціальну швидкість збіжності. Крім того, запропоновано алгоритмічні реалізації цієї схеми з використанням чисельних методів інтегрування, які можуть бути використані при розробці програмного забезпечення для розв'язування розглянутих в дисертаційній роботі задач.

Структура дисертації відповідає чинним вимогам ДАК України. Вона складається з вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків та списку використаних джерел.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертації, формулюється мета та завдання дослідження, наукова новизна, подається інформація про апробацію та публікації результатів дисертації.

У першому розділі стисло наведено огляд стану досліджень за темою дисертації. Зокрема висвітлена історія виникнення рівняння Клейна–Гордона та його застосування в сучасній фізиці, наведено огляд чисельних та аналітичних

методів розв'язування рівняння Клейна–Гордона, а також дано детальний огляд досліджень, які стосуються функціонально-дискретного методу.

Другий розділ присвячений побудові та обґрунтуванню функціонального-дискретного методу (FD-методу) розв'язування задачі Коші для нелінійного рівняння Клейна–Гордона з необмеженою нелінійністю. Доведено теорему про існування і єдиність локального розв'язку задачі Коші для нелінійного хвильового рівняння. Побудовано алгоритм FD-методу розв'язування задачі Коші для нелінійного рівняння Клейна–Гордона та знайдено достатні умови, що забезпечують суперекспоненціальну швидкість збіжності FD-методу. Також запропоновано алгоритмічну реалізацію FD-методу з використанням чисельних методів інтегрування. Наприкінці другого розділу наведено чисельні приклади, які підтверджують теоретичні результати, одержані в цьому розділі.

Третій розділ присвячений побудові та обґрунтуванню функціонального-дискретного методу (FD-методу) розв'язування задачі Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона з обмеженою та з необмеженою нелінійностями відповідно. Доведено теорему про існування і єдиність локального розв'язку задачі Гурса для нелінійного хвильового рівняння. Побудовано алгоритм FD-методу розв'язування задачі Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона та знайдено достатні умови, що забезпечують суперекспоненціальну швидкість збіжності FD-методу як для рівняння Клейна–Гордона з обмеженою так і з необмеженою нелінійністю. Також запропоновано алгоритм FD-методу розв'язування задачі Гурса на основі його явної та неявної схеми з використанням чисельних методів інтегрування. Зроблену 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 другого розділу наведено чисельні приклади з використанням явної та неявної схем розв'язування задачі Гурса, які підтверджують теоретичні результати, одержані в цьому розділі.

До дисертаційної роботи можна висловити наступні зауваження та побажання.

1. Слід зауважити, що алгоритм реалізації FD-методу розв'язування задачі Коші (п. 2.4 другого розділу дисертації) описаний значно детальніше, ніж алгоритм програмної реалізації задачі Гурса (п. 3.5 третього розділу дисертації); в той же час для задачі Гурса дано оцінку кількості операцій, необхідних для її реалізації за допомогою чисельних методів інтегрування, і було б цікаво одержати таку оцінку також для задачі Коші.
2. Розглядаючи алгоритмічні аспекти програмної реалізації розв'язування задачі Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона в п. 3.5 третього розділу дисертації та чисельні приклади до цього розділу (п. 3.6), дисертант вводить поняття неявної схеми FD-методу,

демонструючи також її практичну збіжність. Однак, при цьому, в роботі не наведено теоретичні обґрунтування щодо умов збіжності неявної схеми FD-методу.

3. Як побажання автору зауважу, що враховуючи, що в роботі було запропоновано реалізацію алгоритму FD-методу з використанням чільних методів інтегрування (п. 2.4 та п. 3.5), було б цікаво дослідити питання впливу похибки інтегрування на похибку FD-методу.

Наведені зауваження не впливають суттєво на загальне цілком позитивне враження від роботи, яка є завершеним науковим дослідженням. Результати, що представлені в дисертації, є новими, математично строго обґрунтованими й опубліковані з доведеннями у фахових наукових виданнях. Вони доповідались та обговорювались на багатьох наукових семінарах та конференціях. Автореферат повно і правильно відображає зміст дисертації. Робота має теоретичний характер, разом з тим її результати можуть бути використані при моделюванні прикладних проблем та при розробці програмного забезпечення розв'язування задач Коші та Гурса для нелінійного рівняння Клейна–Гордона.

На підставі вищесказаного, вважаю, що дисертаційна робота Сембера Д. А. «Функціонально-дискретний метод розв'язування нелінійного рівняння Клейна–Гордона», задовольняє всім вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій та відповідає пп. 11, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 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
доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри прикладної математики
Національного університету
"Львівська політехніка"



М.В. Кутнів

" 13 " листопада 2015 року

Підпис Кутніва М.В. завіряю
Вчений секретар Національного
університету "Львівська політехніка"




Брилинський Р.Б.

Надіїмов до спеціалізованої
тимої ради ДФ 206.02 16.11.2015р.
секретар ради Катцеляр Ірина Іванівна О.І.І.

