

ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертацію Візінської Ірини Іванівни "Апроксимація початкових і крайових задач для диференціально-функціональних рівнянь та їх числове моделювання", яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 – "Прикладна математика"

Актуальність теми. У математиці досліджуються процеси, які протікають в реальних фізичних, біологічних середовищах, за допомогою математичних моделей цих процесів. Математичними моделями багатьох прикладних процесів в областях складної структури є початкові та крайові задачі для диференціальних рівняннями з аргументом, що відхиляється. Такі рівняння знайшли широке застосування завдяки тому, що вони добре описують багато явищ з післядією в технологічних процесах, радіотехнічних та електричних приладах, економічних, екологічних системах. У багатьох моделях запізнення вводиться як характеристика слабо вивчених процесів, які на даному етапі побудови моделі не враховуються. Все це і стало причиною того, що системи диференціально-функціональних рівнянь є актуальним об'єктом для дослідження.

Відзначимо, що для диференціальних рівнянь з аргументом, що відхиляється багато уваги приділяється розвитку методів теорії звичайних диференціальних рівнянь, перш за все методу малого параметра, асимптотичних та чисельно-аналітичних методів. Активно теорія диференціально-функціональних рівнянь розвивалась такими математиками як, М. М. Красовський, А. Д. Мишкіс, Р. Беллман, Дж. Хейл, А. Халанай, В. П. Рубаник, Є. Ф. Царков і багатьма іншими. Отримані ними фундаментальні результати сформуvalи якісну теорію диференціальних рівнянь із запізненням.

Незважаючи на наявність великої кількості робіт, в яких вивчаються диференціально-функціональні рівняння існують питання, які вивчені досить мало. До них відносяться, зокрема, задачі про побудову методів знаходження наближених розв'язків початкових та крайових задач, оскільки на даний час немає універсальних методів їх розв'язання. Побудові та дослідженню схем апроксимації нових класів диференціально-функціональних рівнянь та їх застосування до важливих прикладних задач: наближеного знаходження неасимптотичних коренів квазіполіномів, аналіз умов стійкості для лінійних диференціальних рівнянь із багатьма запізненнями присвячена дана дисертаційна робота. Наявність складних і цікавих теоретичних проблем, пов'язаних із вивченням розглядуваних в роботі задач, пояснює інтерес до їх дослідження і в силу цього тема дисертаційної роботи є **важливою й актуальною**.

Структура та зміст роботи. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку умовних позначень, списку використаних джерел (104 найменування) та трьох додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, вказано мету, задачі й методи дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, їх апробацію тощо.

У **першому розділі** дисертації наведений достатньо детальний огляд результатів інших авторів, які є близькими до теми дисертаційної роботи, головна увага приділяється роботам [17–24, 30–32, 61–62], результати яких істотно використовуються у дисертаційній роботі.

У **другому розділі** роботи вивчаються схеми апроксимації лінійних диференціально-різницевих рівнянь із запізненням та нейтрального типу та розглянуто їх застосування для наближення неасимптотичних коренів квазіполіномів лінійних систем диференціально-різницевих рівнянь із багатьма запізненнями за допомогою коренів характеристичних рівнянь відповідних апроксимуючих систем звичайних диференціальних рівнянь.

Для наближеного знаходження розв'язків крайових задач для інтегро-диференціальних рівнянь із багатьма сталими запізненнями у **третьому розділі** розглядається застосування схем апроксимації диференціальних рівнянь із запізненням системами звичайних диференціальних рівнянь.

Алгоритми дослідження стійкості розв'язків лінійних диференціально-різницевих рівнянь наведено в **четвертому розділі** дисертації. Їх ефективність продемонстровано на модельних тестових прикладах використовуючи розроблене прикладне програмне забезпечення та набір бібліотек для мови програмування Python.

Основні результати роботи. В основу досліджень дисертаційної роботи покладено поширення схем апроксимації диференціально-різницевих рівнянь на нові класи диференціально-функціональних рівнянь та їх застосування до дослідження стійкості лінійних диференціальних рівнянь із багатьма запізненнями.

Головними результатами роботи є такі:

- Обґрунтування схем апроксимації початкових задач для лінійних диференціально-різницевих рівнянь із багатьма запізненнями та нейтрального типу.
- Побудова алгоритмів дослідження на стійкість систем лінійних диференціально-різницевих рівнянь з багатьма запізненнями та знаходження верхньої межі запізнення, для якої зберігається стійкість системи із запізненням.
- Побудова та аналіз схеми апроксимації крайової задачі для інтегро-диференціальних рівнянь із запізненням.
- Демонстрація можливостей застосування розроблених схем апроксимації на конкретних модельних прикладах, та розробка прикладних програм для проведення числових експериментів.

Наукова новизна і ступінь обґрунтованості результатів дисертації. Дисертаційна робота, спрямована на постановку та розв'язання нових наукових задач в теорії диференціально-функціональних рівнянь. Всі наведені задачі досліджуються за допомогою єдиної методики, умови теорем носять конкретний коефіцієнтний характер. Текст і стиль викладу матеріалів дисертації є фаховим і одночасно доступним для широкого кола дослідників з теорії диференціально-функціональних рівнянь. Висновки в роботі сформульовані чітко, вони повністю висвітлюють отримані в роботі результати. Перелік літературних джерел є інформативним, повністю характеризує вибраний напрям досліджень та демонструє широку ерудицію автора у даній тематиці.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. Тематика роботи пов'язана із науковим напрямом досліджень кафедри математичного моделювання Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, виконана в

рамках держбюджетних наукових тем "Дослідження асимптотичної поведінки розв'язків диференціально-функціональних та еволюційних рівнянь і моделювання детермінованих та стохастичних прикладних процесів"(номер держреєстрації 0113U003171) та "Математичне та комп'ютерне моделювання динамічних процесів, що описуються детермінованими і стохастичними диференціально-функціональними та еволюційними рівняннями, і їх застосування"(номер держреєстрації 0120U105712). Вона має в основному теоретичний характер. Разом із цим розроблена в роботі методика має значний прикладний потенціал. Отримані результати доповнюють результати робіт математиків, які вивчали різницеві, диференціально-різницеві рівняння і можуть бути використані при дослідженні конкретних диференціально-функціональних, що виникають при розв'язанні прикладних задач.

Повнота викладу в опублікованих працях та апробація роботи. Результати дисертаційної роботи Візінської І. І. достатньо повно опубліковані в 5 наукових працях у фахових виданнях. У дисертації для опублікованих у співавторстві робіт визначено особистий внесок дисертанта. Основні результати дисертації апробовані на 11 наукових конференціях, зокрема на міжнародних наукових конференціях матеріали яких реферуються у міжнародній наукометричній базі "Scopus":

- 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies AC-IT'2021, 15-17 September 2021, Deggendorf, Germany,
- 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, 26-28 September 2022, Spišská Kapitula, Slovakia.

Дисертація відповідає вимогам щодо кількості публікацій за темою дисертації у фахових виданнях, а також встановленим вимогам щодо об'єму і оформлення дисертаційних робіт.

Зауваження та побажання.

- В оцінках точності наближень фігурують функції $\delta(\rho)$. При цьому частина з них у формулах (2.22), (2.52), (2.55) залежить від τ/m , а частина у формулах (2.41), (2.42), (3.22) від τ/\sqrt{m} . Бажано було б дотримуватись однакових позначень.
- У роботі вживаються скорочення ДРР, ДФР, які не внесені до переліку умовних позначень і скорочень.
- У п. 4 с. 112 для алгоритму знаходження верхньої межі зазіпнення для якої зберігається стійкість уточнюючий крок має бути змінним, як і в п. 5, щоб коректно реалізувати схему поділу відрізка навпіл при уточненні верхньої межі.
- Бажано б більш детально описати застосування в числових експериментах застосування процедури roots із бібліотеки NumPy.

Висновок. За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень і науковою цінністю одержаних в ній результатів, дисертаційна робота Візінської Ірини Іванівни "Апроксимація початкових і крайових задач для диференціально функціональних рівнянь та їх числове моделювання", подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 - "Прикладна математика" в галузі знань 11 - "Математика та статистика" відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 (із змінами внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 21 березня 2022 р. №431), а її автор Візінська Ірина Іванівна заслуговує на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 113 - "Прикладна математика" в галузі знань 11 - "Математика та статистика".

Офіційний опонент,
член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри вищої математики
Національного університету водного
господарства та природокористування



Слюсарчук В. Ю.

НУВГП	
Особистий підпис	<i>Слюсарчук В. Ю.</i>
засвідчує	
Нач. відділу кадрів	<i>М. Слюсарчук</i>
• 15 •	11 2015 р.

