

РЕЦЕНЗИЯ

**от професор дн Васил Георгиев Ангелов,
Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“**

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“
в област на висше образование 4. Природни науки., математика и информатика
професионално направление 4.5 Математика
докторска програма Математически анализ

Автор: Мира Лъчезарова Спасова

Тема: Аналитични методи за решаване на някои класове размити интегро-диференциални уравнения.

Научен ръководител: професор д-р Атанаска Тенчева Георгиева,

Катедра „Математически анализ“, Факултет по математика и информатика,

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

1. Общо описание на представените материали

Със заповед РД 21-454 от 23.02.2024 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определен за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „Аналитични методи за решаване на някои класове размити интегро-диференциални уравнения“ за придобиване на образователната и научна степен ‘доктор’ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, докторска програма-Математически анализ.

Автор на дисертационния труд е Мира Лъчезарова Спасова – редовен докторант към катедра „Математически анализ“ с научен ръководител професор д-р Атанаска Тенчева Георгиева, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

Представеният от Мира Лъчезарова Спасова комплект материали на хартиен носител е в съответствие с Чл. 36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ. Докторантката е приложила 4 публикации.

2. Кратки биографични данни за докторантката

Мира Лъчезарова Спасова е родена е на 19.02.1995 г. Завършила е висше образование бакалавър „Учител по математика, информатика и информационни технологии“ в ПУ „Паисий Хилендарски“ през 2018 г. и магистратура професионална квалификация „Математик“ през 2019 г. пак в ПУ „Паисий Хилендарски“. След това работи като учител в различни гимназии.

Мира Спасова е зачислена като редовен докторант в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, докторска програма Математически анализ към катедра „Математически анализ“ на Факултет по математика и информатика (ФМИ) при Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ със срок на обучение 3 години. За научен ръководител е определена проф. д-р Атанаска Тенчева Георгиева и тема на дисертационния труд Аналитични методи за решаване на някои класове размити интегро-диференциални уравнения“.

Със заповед на ректора е отчислена с право на защита, считано от 01.03.2024.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Дисертационният труд се състои от 107 страници. Цитираната литература съдържа 103 заглавия на статии и монографии. Докторантката е представила изследвания на размити интегро-диференциални уравнения на Volterra-Fredholm, размити интегро-диференциални уравнения на Volterra и размити частни интегро-диференциални уравнения на Volterra. С прилагането на различни аналитични методи са намерени приближени и точни решения на разглежданите уравнения. Получени са нови резултати, публикувани в Conference Proceedings of the American Institute of Physics. Те са докладвани и на пет международни конференции.

Резултатите, получени в дисертационния труд, са актуални. Те са публикувани в четири статии в съавторство с научния ръководител.

4. Познаване на проблема

Считам, че докторантът е добре запознат със съвременното състояние и историческото развитие на разглежданите научни проблеми. Основание за направеното твърдение са следните факти:

- Направеният от автора изчерпателен исторически обзор в увода на дисертационния труд;
- Богато на съдържание въведение в темата на дисертацията. Представени са основни дефиниции и резултати от функционалния анализ и теорията на размитите диференциални и интегро-диференциални уравнения;
- В литературата, която включва 103 заглавия, участват основни резултати на водещи автори в дадената научна област.

5. Методика на изследването

Авторът използва традиционните методи на реалния и функционалния анализ и методите за изследване на диференциални уравнения, модифицирани и обобщени за размити диференциални и интегро-диференциални уравнения.

6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Настоящият дисертационен труд е посветен на намирането на приближени и точни решения на някои класове размити интегро-диференциални уравнения, като са използвани аналитични методи.

Глава първа е обзорна и в нея са дадени основни дефиниции и теореми, които се използват в дисертационния труд. Тя се състои от 5 параграфа.

Основните приноси в дисертацията се съдържат в Глави 2, 3 и 4, поради което ще се спрат накратко на получените там резултати.

Втора глава се състои от 3 параграфа, в които има отделни подпараграфи, за по-голяма яснота на изследването.

В §2.1 е разгледан методът на разлагане на Adomian за нелинейното разрито интегро-диференциално уравнение на Volterra Fredholm. В Подпараграф §2.1.1 е направена постановка на задачата за това уравнение. В Подпараграф § 2.1.2 е даден параметричният вид на уравнението. В Подпараграф §2.1.3 е конструиран размит вариант на метода на разлагане на Adomian и той е приложен за намиране на приближеното решение на изследваното уравнение.

В Подпараграф §2.1.4 са намерени достатъчни условия за съществуване и единственост на решението на уравнението. Основният резултат е: Теорема 2.1.1. Нека са изпълнени условията (i) – (iii). Тогава интегралните уравнения (3) и (4) имат единствено решение.

В Подпараграф § 2.1.5 е доказана сходимостта на метода и е получена оценка на грешката между точното и приближеното решение на изследваното уравнение. Другият основен резултат е Теорема 2.1.3. Нека са изпълнени условията (i)–(iii). Тогава максималната абсолютна грешка на решението (5) на интегралните уравнения (3) и (4) се дава с неравенствата (9), (10).

В § 2.2 е дефинирана размитата трансформация на Sumudu (РТС). Дадени са някои нейни свойства и е приложена за размити производни. В Подпараграф § 2.2.1 е дадена дефиниция за РТС и нейната обратна. В Подпараграф § 2.2.3 е представена размита конволюция. В Подпараграф § 2.2.4 са дадени основни свойства на РТС, свързани с размити производни.

В § 2.3 е конструиран размит декомпозиционен метод на Sumudu (РДМС), който е комбинация на размитата трансформация на Sumudu и размития метод на разлагане на Adomian. В Подпараграф § 2.3.1 е направена постановка на задачата за РДМС. В Подпараграф § 2.3.2 е приложена размитата трансформация на Sumudu за уравнение (16).

Трета глава се състои от 3 параграфа, в които също има отделни подпараграфи, за по-голяма яснота на изследването.

В §3.1 е направена постановка на задачата за линейното разрито интегро-диференциално уравнение на Volterra.

В §3.2 е получена трансформацията на Natural от интеграла на Fourier и тя е свързана с трансформациите на Laplace и Sumudu. В Подпараграф § 3.2.1 е дадена дефиниция за размитата трансформация на Natural (РТН) и връзката между тях. В Подпараграф § 3.2.2 са дадени свойства на РТН. В Подпараграф § 3.2.3 е дадена размитата конволюция. В Подпараграф § 3.2.4 са получени нови резултати, свързани с РТН за размити производни от m -ти ред.

В §3.3 е приложена размитата трансформация на Natural за изследване на размитото линейното интегро-диференциалното уравнение на Volterra.

Четвърта глава се състои от 3 параграфа.

В §4.1 е направена постановка на задачата за линейното разрито частно интегро-диференциално уравнение на Volterra (ЛРЧИДУВ).

В §4.2 е използвана размитата трансформация на Sumudu за решаването на размити частни интегро-диференциални уравнения. В Подпараграф § 4.2.1 са дадени дефиниция за РТС за функция на две променливи и нейната обратна. Освен това са доказани някои нейни основни свойства. В Подпараграф § 4.2.2 са дадени дефиниция и теорема за размита конволюция. В Подпараграф § 4.2.3 са получени основните свойства на РТС за функция на две променливи, свързани с частни размити производни. В Подпараграф §4.2.3 се използва метода на РТС за изследваното уравнение, което се свежда до разрито обикновено диференциално уравнение.

В §4.3 е изследвана размитата трансформация на Natural за решаването на размити частни интегро-диференциални уравнения. В Подпараграф § 4.3.1 са дадени дефиниция за размита двумерна трансформация на Natural (РДТН) за функция на две променливи и нейната обратна. В Подпараграф § 4.3.2 са дадени основни свойства на РДТН. В Подпараграф § 4.3.3 са дадени дефиниция и теорема за размита конволюция. В Подпараграф § 4.3.4 са получени нови резултати за РДТН за размити частни производни от m -ти ред. В Подпараграф § 4.3.5 се използва РДТН за намиране на точното решение на ЛРЧИДУВ.

7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

В основни линии приемам претенциите на докторантката за приносите в дисертацията, които формулирам по следния начин:

1. Намерени са достатъчни условия за съществуване и единственост на решението на нелинейно разрито интегро-диференциално уравнение на Volterra-Fredholm.

2. Конструиран е размит аналитичен метод, използващ метода на разлагане на Adomian за намиране на приближено решение на нелинейно разрито интегро-диференциално уравнение на Volterra-Fredholm. Намерени са достатъчни условия за сходимостта на метода и е получена оценка на грешката. Конструирана е размита трансформация на Sumudu. Намерени са достатъчни условия за съществуване на трансформацията и прилагането ѝ за обикновени и частни размити производни.

3. Конструиран е размит аналитичен метод, който е комбинация от размитата трансформацията на Sumudu и разлагането на Adomian за намиране на приближеното решение на нелинейно разрито интегро-диференциално уравнение на Volterra-Fredholm.

4. Конструирана е размита трансформация на Natural за намиране на точно решение на линейно разрито интегро-диференциално уравнение на Volterra с конволюционно ядро. Намерени са достатъчни условия за съществуването на трансформацията и връзката ѝ с трансформациите на Laplace и Sumudu. Предложен е и размит аналитичен метод, който използва

размития вариант на трансформацията на Sumudu за намиране на точното решение на линейно частно размито интегро-диференциално уравнение на Volterra.

5. Конструирана е размита двумерна трансформация на Natural за намиране на точното решение на линейно частно размито интегро-диференциално уравнение на Volterra. Намерени са достатъчни условия за съществуването на трансформацията и прилагането ѝ за размити частни производни.

8. Критични забележки и препоръки

Имах някои въпроси, които уточнихме в разговори с докторантката. Тя ми отговори навреме, поради което няма да коментирам подробности.

9. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Статиите на докторантката, свързани с дисертацията, са 4 броя. Публикувани са в авторитетно списание. В представената таблица са дадени точките, които са необходими за изискванията по Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ). Част от резултатите са докладвани на пет конференции. Има и участие в няколко проекта.

10. Лично участие на докторантката

Авторството на докторантката в представените трудове е неоспоримо, тъй като те са написани в един и същи начин на изложение. Приносът в съавторските публикации е оценен и не оставя място за съмнения. Елементи на плагиатство не съм установил.

11. Автореферат

Авторефератът съдържа 33 страници и отразява правилно получените резултати, като са подчертани основните приноси. Всички твърдения са формулирани без доказателства.

12. Лични впечатления

Лични впечатления нямам.

13. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати

Препоръчвам на Мира Спасова да продължава да се занимава със започнатите изследвания.

Заключение

Дисертационният труд съдържа нови научни резултати, които отговарят на всички изисквания на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ

„Паисий Хилендарски“. Представените материали и дисертационни резултати напълно съответстват на специфичните изисквания на Факултета по математика и информатика, приети във връзка с Правилника на ПУ за приложение на ЗРАСРБ.

Дисертационният труд показва, че докторантката Мира Лъчезарова Спасова притежава задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност Математически анализ, като демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

В заключение давам своята положителна оценка за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Мира Лъчезарова Спасова в област на висше образование: 4.Природни науки., математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, докторска програма Математически анализ.

04.04.2024

/проф. дн Васил Ангелов/