

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р. Станислав Николаев Харизанов ИМИ – БАН и ИИКТ–БАН по дисертация за получаване на образователната и научна степен “доктор”, професионално направление 4.5 „Математика“, специалност „Математическо моделиране и приложение на математиката”

Автор на дисертацията: Галина Стоянова Люцканова-Жекова
Тема на дисертацията: Числено моделиране на нелинейни гранични задачи от втори и четвърти ред: приложение във физикохимията и биологията

Научни ръководители: чл.-кор. Красимир Данов (ФХФ-СУ) и доц. д-р Иван Бажлеков (ИМИ-БАН)

Със заповед № 445/7.10.2022 г. на Директора на Института по математика и информатика при Българската академия на науките, проф. д-р Петър Бойваленов съм определен за член на научното жури по процедурата за придобиване на образователната и научна степен “доктор” по професионално направление 4.5 „Математика“, докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математиката” от Галина Стоянова Люцканова-Жекова с дисертация на тема: “Числено моделиране на нелинейни гранични задачи от втори и четвърти ред: приложение във физикохимията и биологията”.

При оценка на дисертационния труд, определящи са условията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), ППЗРАСРБ (Постановление № 202 от 10.09.2010 г., изм. и доп. ДВ, бр. 15 от 19.02.2019 г.) и Правилника за специфичните условия в ИМИ-БАН за прилагане на закона и поради това ще бъдат точно предадени:

1. Съгласно чл. 6(3) от ЗРАСРБ “дисертационният труд трябва да съдържа научни или научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката. Дисертационният труд трябва да показва, че кандидатът притежава задълбочени теоретични знания по съответната специалност и способности за самостоятелни научни изследвания”.

2. Според чл. 27(2) от ППЗРАСРБ дисертационният труд трябва да бъде представен във вид и обем, съответстващи на специфичните изисквания на първичното звено. Дисертационният труд трябва да съдържа: заглавна страница; съдържание; увод; изложение; заключение - резюме на получените резултати с декларация за оригиналност; библиография.

Предоставени са ми всички материали в съответствие с изискванията на нормативните документи, които са редовни и съответстват на ЗРАСРБ. Нямам информация за нарушения по процедурата, не ми е известно в дисертацията да има плагиатство. Тъй като Галина Люцканова-Жекова е зачислена в редовна докторантура преди 04.05.2018 г. (заповед № 518/05.07.2017 г.), тя довършва обучението си и ще проведе защитата на дисертационния си труд за получаване на образователна и научна степен “доктор” съгласно Правилник за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Института по математика и информатика на БАН (приет на 29.04.2011 г., изм. и доп. на 01.07.2011 г., 20.09.2011 г., 30.09.2011 г., 15.05.2015 г., 13.01.2017 г.).

Според ППЗРАСРБ и Правилника за специфичните условия в ИМИ-БАН, минимални изисквани брой точки по групи показатели за “доктор” по 4.5. “Математика” са:

Група показатели	Съдържание	Брой точки
А	Показател 1	50
Г	Сума от показатели от 5 до 10	30

1. Данни за дисертанта

Галина Люцканова-Жекова е завършила бакалавър по “Приложна математика” във ФМИ-СУ с допълнителна професионална квалификация “Учител по математика”. От 2016 г. е магистър по “Изчислителна математика и математическо моделиране” към ФМИ-СУ. От 01.08.2017 г. е зачислена в редовна докторантура по научна специалност 4.5. “Математика” (Математическо моделиране и приложение на математиката) към секция “Математическо моделиране и числен анализ” на ИМИ-БАН, където е назначена като “математик” през октомври 2021 г. Номинирана е за Национален приз “Студент на годината” за 2018 година в категория “Докторант на годината”, както и е носител на първо място за постер в училище за млади учени Биомат’2016. Водила е упражнения във ФМИ-СУ.

2. Актуалност на темата и цели на дисертацията

Дисертационният труд разглежда три приложения на гранични задачи във физикохимията и биологията:

- да се пресметне разпределението на потенциалите в две флуидни фази (полярна и неполярна фаза) и в сферична, колоидна, диелектрична частица, прикрепена към плоска граница между тях;
- да се определи силата на триене, която действа на сферична колоидна частица, прикрепена към плоска граница между два несвиваеми вискозни флуида и движеща се успоредно на нея с константна скорост;
- да се изясни ефектът на реологичното поведение на границата (тангенциална подвижност или неподвижност) върху движението на дълго мехурче в тясна цилиндрична тръбичка под действието на поток, задвижван едновременно от гравитация и налягане.

И трите приложения намирам за актуални и с висока степен на интерес не само от теоретична, но и от практическа гледна точка.

3. Обзор на съдържанието на дисертацията

Дисертационният труд е изложен на английски върху 160 страници и съдържа 27 фигури и 1 таблица. Той включва въведение, три глави, които съответстват на трите разгледани приложения, заключение, апендикс и списък с използвана литература от 142 източника. Към труда са приложени три допълнителни материала, в които са разгледани темите „Тензори в криволинейни координати“ (58 страници), „Електростатика“ (14 страници) и „Механика на непрекъснатите среди“ (22 страници). Всяка от основните три глави е базирана на излязла вече научна публикация на докторантката, оформена е като статия и съдържа кратко резюме и мотивация, обзор на литературата, описание на задачата, метод за нейното решаване, заключение и отделен списък на използваната литература.

Първата основна глава (Влияние на йонната сила върху електропотпящата сила) е с дължина 25 страници. Разгледана е частица с радиус по-малък от 2–3 микрона, закрепена на границата вода–неполярна фаза. Предполага

се, че има повърхностни заряди на границата между частицата и неполярната фаза. В идеализирания случай на водна фаза с безкрайна диелектрична проницаемост тази задача е решена полуаналитично. Целта на проведеното изследване е да се анализира влиянието на водна фаза с крайна проводимост върху разпределението на електростатични потенциали във всички фази. Предложената числена схема от втори ред относно пространството и численото време пресмята разпределението на електростатичните потенциали в случай на плоска повърхност, което е важна стъпка към пресмятане на електропотопящата сила.

Втората основна глава (Движение на сферична частица, закрепена на границата между два вискозни флуида) е с дължина 44 страници. Тук е пресметнат коефициентът на триене на сферична частица, която се намира на плоската граница между два вискозни флуида и се движи успоредно на нея. Ако едната от фазите е въздух, задачата има полуаналитично решение в термини на интегралното преобразуване на Mehler и Fock. То е валидно за частици, чиято по-голяма част е потопена във флуида. Общата задача вече е решена в статия на Красимир Данов и съавтори от 2000 г. Сериозен недостатък на предложената методология е ниската ѝ изчислителна ефективност. Затова и в дисертацията е разработен бърз и ефективен числен метод за общата задача, преформулирайки задачата в термини на векторен и скаларен потенциал. Този метод е необходим за експерименталното определяне на контактния ъгъл на микронни частици и за решаването на двумерната задача за кристализация.

Последната основна глава (Движение на дълги мехурчета в потоци, движени от гравитация и налягане, в цилиндрични капиляри до средни по големина капилярни числа) е с обем 57 страници. Тя моделира и числено изследва движението на дълги мехурчета под действие на налягане и гравитация през цилиндрични капиляри. Обобщен е подходът, предложен от Ratulowski и Chang през 1989 г. за разглеждане при приближението на смазката в цилиндрични координати и използването на нормалната проекция на динамичното гранично условие, като са запазени не само ченовете от нулев ред, но и тези от първи в приближението на смазката. Предложеният подход води до значително подобрене в точността. Нещо повече той

е валиден за средни по големина капилярни числа и числа на Бонд и може да бъде обобщен чрез въвеждане на граници със сложна реология и междумолекулни сили.

4. Научни и научно-приложни приноси

На страници 142-143 от дисертационния труд, докторантката е обобщила в три точки основните научни и научно-приложни приноси на разработката – по една за всяко от трите приложения.

За задачата за разпределение на електростатичните потенциали в диелектрични среди е разработен ефективен числен алгоритъм, като резултатите обобщават идеализирания случай в който проницаемостта на водата се счита за безкрайна, както и отчитат едновременното действие на всички диелектрични среди.

Задачата за трансланционното движение на сферична колоидна частица, закрепена за плоска граница между два вискозни несвиваеми флуида е решена числено от 10 до 1000 пъти по-бързо, отколкото с предложената от Данов и съавтори методология.

Задачата за движение на дълго мехурче през цилиндрична капиляра под действие на гравитация и налягане е решена полуаналитично. Разработеният метод описва отлично наличните експериментални данни, увеличава повече от два порядъка големината на областта на приложимост на известни в литературата аналитични методи и обяснява сложната физична картина при движение на дълги мехурчета под действието на потоци, задвижвани едновременно от гравитация и налягане, за класически и тангенциално неподвижни повърхности.

5. Публикации и цитирания по темата на дисертацията

Приложен е списък с три научни статии и списък с три независими цитирания по темата на дисертационния труд. Две от публикациите са в конференчни поредици на Springer: съответно *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* и *Mathematics in Industry*. Първата е с SJR и без IF, докато за втората няма индикации дали е индексирана в Zentralblatt,

MathSciNet, ACM Digital Library, IEEE Xplore и AIS eLibrary, а и не е сред публикациите на Галина Люцканова-Жекова в профила ѝ в Scopus. Последната публикация е в престижното научно списание *Physics of fluids*, намиращо се в първи квантил (Q1) на Web of Science. Две от трите независими цитирания са видими в базата данни Scopus.

Така, наукометричните показатели, сравнени с минималните изисквания за образователната и научна степен “доктор”, съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИМИ-БАН са както следва: Група Г – 70 точки при минимални изисквания 30; Група Д – 15 точки при минимални изисквания 0. **Изпълнени са условията на ППЗРАСРБ и Правилника на ИМИ-БАН.**

6. Автореферат

Авторефератите са на български и английски език, като и двата са с обем от 31 стр. Те пълно и точно отразяват съдържанието на дисертацията и основните приноси, представени за защита.

7. Критични бележки

Нямам критични забележки.

8. Заключение

Десертационният труд отговаря на условията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Правилника за условия в ИМИ-БАН.

Давам **положително заключение** за придобиване на образователната и научна степен “доктор” на Галина Стоянова Люцканова-Жекова.

Предлагам на Научното жури единодушно да гласува на Галина Стоянова Люцканова-Жекова образователната и научна степен доктор по 4.5. “Математика”, докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математиката”.

15 декември 2022 г.
София

Член на журито:
проф. д-р Станислав Харизанов