

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор” в област на висше образование:

4. „Природни науки, математика и информатика“,
професионално направление: 4.6 „Информатика и компютърни науки“, докторска програма „Информатика“

Автор на дисертационния труд: *Росица Андреева Павлова*

Тема: *КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ НА КАПАЦИТИВНИ РАЗРЯДИ*

Рецензент: *доц. д-р Десислава Антонова Иванова - Технически Университет-София, Факултет Приложна Математика и Информатика*

Тази рецензия е написана и представена на основание на заповед № ОЖ-4.6-02/14.02.2020 на Ректора на Технически Университет - София. Рецензията е изготвена, съгласно Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане и Правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на Технически Университет - София и Факултета по Приложна Математика и Информатика.

1. Общи данни.

Дисертационният труд се състои от 147 страници. Основният текст е оформен в четири глави: литературен обзор и три глави с оригинални резултати. В текстът на дисертацията са представени също увод, основни приноси, списък на публикациите и литературни източници. Дисертационният труд съдържа 94 фигури. Използваната литература е представена от 114 източника, която е цитирана по подходящ начин в текста на дисертацията.

2. Анализ на научно-приложните постижения в дисертационния труд.

В увода на дисертацията са представени обекта и предмета на научното изследване, дефинирани са целта, задачите и перспективите на

дисертационния труд. Дадени са някои насоки и е направена обосновка на актуалността на разглежданата тема. Представено е описание на избраните средства на изследването. **В първа глава** е направено проучване и анализ на съвременното състояние на проблема. Разгледани са метода за моделиране „Частичка в клетка“, представени са основни въпроси за капацитивните разряди и начина за определяне на функцията на разпределение, както и са дискутирани някои специфични въпроси, свързани с използваните алгоритми, числени методи и програмно осигуряване. **Във втора глава** е представен методът „PIC/Монте Карло“ и неговото приложение за моделиране на газови разряди. Обърнато е внимание на направените модификации на традиционните алгоритми. **В трета глава** е представен и анализиран въпросът свързан с моделиране на капацитивни разряди с голямо разстояние между електродите. Представени са резултатите за безкраен радиус при различно разстояние между електродите и различно налягане. Обяснена е ролята на радиуса. Направено е и сравнение на получените експериментални резултати. **В четвърта глава** са показани резултатите от изследванията на електромагнитни трептения във верига с нелинеен капацитет. Представените са разработените програмни системи за изследване на трептения в трептящ кръг с нелинейни елементи, както и разработената програмна система за обучение по физика за лабораторно упражнение с електрически трептящ кръг.

3. Приноси на дисертационния труд и значимост за науката и практиката.

Росица Павлова има отлични познания и практически опит в областта на разработвания дисертационен проблем. Извършеният анализ на цитираните литературни източници, свързани с дисертационната тема, представянето и интерпретирането на изследвания проблем, проведената апробация в публикациите – всичко това показва изключително задълбочено познаване на разглежданата тематика, което оценявам високо.

Приносите в дисертационния труд са в областта на компютърното моделиране за решаване на фундаментални проблеми, свързани с капацитивни разряди. Приносите могат да се класифицират като научно-приложни и приложни, както следва:

Научно-приложни приноси:

1. Разработена е модификация на Монте Карло метод и е доказана приложимостта ѝ за определяне на функцията на разпределение в газови разряди.
2. Разработена е модификация на PIC/Монте Карло метода, която позволява свеждането на тримерен модел на капацитивен разряд към едномерен.
3. Приложен е методът PIC/Монте Карло за изследване на капацитивни разряди с голямо разстояние между електродите. Установено е, че в дълъг капацитивен разряд действат едновременно два механизма за нагряване на плазмата: стохастично до електродите и джаулово в обема.
4. Изследвано е изменението на функцията на разпределение по дължината на капацитивен разряд.

Приложни приноси:

5. Разработени са компютърни симулации на изследваните методи, включително с паралелизация на програмния модел, както и програмна система с възможности за приложение и в обучението на студенти.

4. Публикации по темата на дисертационния труд.

Росица Андреева Павлова е представила пет публикации по темата на дисертационния труд (от тях, една статия е публикувана в списание „Journal of Plasma Physics”, две статии са публикувани в „AIP Conference Proceedings“ и останалите две статии са представени в рамките на научния форум „Дни на физиката“, ТУ-София). Статията в научното списание е с импакт фактор (IF 2.312). Двете статии публикувани в „AIP Conference Proceedings“ са индексирани в „Scopus“ и имат импакт ранг (SJR 0.182).

Четири от публикациите са в съавторство, като в две от тях Росица Павлова е първи автор. Представена е и една самостоятелна публикация.

Публикациите са представени в рамките на реномирани международни научни форуми.

Прави впечатление, че всичките публикации представят отделни части от дисертационното изследване. Този факт и направената апробация са

показател за наличие на отлични познания и траен интерес у докторанта по изследваната тематика.

5. Достоверност на получените резултати.

За достоверността на дисертацията говорят представените публикации, изнесените доклади по темата на дисертацията, прякото участие на докторанта в изследователския процес и описанието на направените експерименти.

6. Лично участие на докторанта.

Запознавайки се с представената за рецензиране дисертация, както и приложените публикации на Росица Павлова, считам, че при разработването на дисертационното изследване и получаването на съответните научно-приложни и приложни приноси, нейният личен принос е реален и значим.

7. Оценка на автореферата.

Авторефератът отразява обективно и пълно основното съдържание на дисертацията. В него са представени пълноценно постигнатите резултати. Авторефератът е оформен прецизно.

8. Критични бележки, препоръки и коментари.

1. Дисертацията е добре структурирана. Прави впечатление, че първа глава, свързана с проучването и анализа на съвременното състояние на проблема е значително по голяма от останалите глави на дисертацията. *Препоръка: Би било добре да има баланс между отделните глави в дисертацията.*

2. Отлично са въведени множеството съкращения в дисертацията, които се използват многократно в текста. Забелязват се някои технически забележки по оформлението на дисертацията, които по никакъв начин не намалят стойността на постигнатите резултати. Авторефератът е изготвен прецизно. Бих препоръчала приложните приноси да бъдат допълнени (т. 3 от рецензията), както следва:

- ✓ Разработени са компютърни симулации на изследваните методи;

- ✓ Извършена е паралелизация и паралелна програмна имплементация за целите на изследване на капацитивни разряди. Направена е и оценка на паралелната производителност.
- ✓ Създаден е софтуер за целите на обучението на студентите в общия курс по „Физика“ на ТУ-София.

3. Въпроси: Входните параметри при паралелните симулации вземат под внимание, *положението и началните скорости на частиците*.

- ✓ Оказва ли влияние типа на разпределение на частиците, например равномерно разпределение на частиците, Гаусово разпределение и т.н.?
- ✓ Ако оказва влияние типа на разпределение, какво би било влиянието му върху крайните резултати?

9. Заключение.

Представеният дисертационен труд отговаря напълно на съвкупността от критерии и показатели за придобиване на образователна и научна степен "Доктор", съгласно Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане и Правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на Технически Университет - София и Факултета по Приложна Математика и Информатика. ***Убедено препоръчвам на научното жури да присъди образователната и научна степен "Доктор" на Росица Андреева Павлова по професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки, докторска програма "Информатика".***

Дата: 27.10.2020 г.
гр. София

Подпис:
/доц. д-р Десислава Иванова/

REVIEW

***of doctoral thesis for the acquisition of educational and scientific degree
"DOCTOR" in higher education: 4. "Natural sciences, mathematics and
informatics", professional field: 4.6 "Informatics and computer sciences",
doctoral program "Informatics"***

Author of the thesis: Rositsa Andreeva Pavlova

Topic: COMPUTER MODELLING OF CAPACITIVE DISCHARGES

Reviewer: Assoc. Prof. Dr. Desislava Antonova Ivanova, Technical University of
Sofia, Faculty of Applied Mathematics and Informatics

This review has been written and submitted on the basis of order No. OЖ-4.6-02/14.02.2020 of the Rector of the Technical University - Sofia. The review was prepared in accordance with the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria (ZRASRB), the Regulations for its implementation and the Rules for the conditions and procedures for acquiring scientific degrees and occupying academic positions at the Technical University - Sofia and the Faculty of Applied Mathematics and Informatics.

1. General information.

The dissertation consists of 147 pages. The main text is divided into four chapters: a literary review and three chapters with original results. The text of the dissertation also presents an introduction, key contributions, a list of publications and sources of literature. The dissertation contains 94 figures. The literature used is presented from 114 sources, which are appropriately cited in the dissertation.

2. Analysis of the applied scientific achievements in the dissertation.

In the introduction of the dissertation the object and the subject of the scientific research are presented, the purpose, tasks and perspectives of the dissertation work are defined. Some guidance is given and justification is given for the relevance of the topic under consideration. A description of the selected research tools is provided. ***The first chapter*** deals with the study and analysis of the current

state of the problem. The particle-to-cell modeling method is discussed, basic questions about capacitive discharges and how to determine the distribution function are presented, and some specific issues related to the algorithms, numerical methods and software are discussed. **The second chapter** introduces the PIC / Monte Carlo method and its application for gas discharge modeling. Attention is paid to the proposed modifications of the traditional algorithms. **Chapter 3** presents and analyzes the issue related to the modeling of capacitive discharges over a large distance between electrodes. The results for infinite radius at different distance between electrodes and different pressure are presented. The role of the radius is explained. A comparison of the experimental results obtained was also made. **Chapter 4** shows the results of electromagnetic oscillation studies in a non-linear capacitance circuit. The developed software systems for the study of oscillations in the oscillating circle with nonlinear elements are presented, as well as the developed software system for training in physics for laboratory exercise with an electric oscillating circuit is figured out.

3. Contributions to the dissertation and relevance to science and practice.

Rositsa Pavlova has excellent knowledge and practical experience in the field of the dissertation. The analysis of the cited references, related to the dissertation topic, presentation and interpretation of the research problem, approbation in the publications index in Scopus - all this shows a very thorough knowledge of the topic and awareness of its relevance and perspective, which I appreciate.

The contributions to the dissertation are in the field of computer modeling to solve fundamental problems related to capacitive discharges. The contributions can be classified as scientifically applied and applied as follows:

Scientifically applied contributions:

1. A modification of the Monte Carlo method is developed and its applicability for determining the distribution function in gas discharges is proved.
2. A modification of the PIC / Monte Carlo method has been developed that allows the reduction of a three-dimensional capacitive discharge model to a one-dimensional one.

3. The PIC / Monte Carlo method for the study of capacitive discharges over a large distance between electrodes is applied. It has been found that in a long capacitive discharge two plasma heating mechanisms operate simultaneously: stochastic to the electrodes and joule to volume.
4. The variation of the distribution function along the capacitive discharge length is investigated.

Applied contributions:

5. Computer simulations of the studied methods have been developed, including parallelization of the program model, as well as software with possibilities for application in the education of students.

4. Publications on the topic of the dissertation.

Rositsa Andreeva Pavlova presented five publications on the topic of dissertation (one of them was published in the Journal of Plasma Physics, two articles were published in AIP Conference Proceedings and the other two articles were presented in the scientific forum “Physics Days”, TU-Sofia). The article in the scientific journal has an impact factor (IF 2.312). The two articles published in AIP Conference Proceedings are indexed in Scopus and have an impact rank (SJR 0.182).

Four of the publications are co-authored, in two of them Rosica Pavlova is being the first author. An separate publication was also presented.

The publications have been presented in reputable international scientific forums.

It is noteworthy that all publications present separate sections of the dissertation research. This fact and the approbation made are an indicator of the presence of excellent knowledge and lasting interest in the doctoral student on the studied subject.

5. Reliability of the obtained results.

The credibility of the dissertation is presented by the submitted publications, the presented reports on the topic of the dissertation, the direct participation of the

doctoral student in the research process and the description of the experiments made.

6. Doctoral student's personal participation.

Considering the dissertation thesis submitted for review, as well as the annexed publications of Rositsa Pavlova, I believe that in the development of the dissertation research and the receipt of the relevant scientific and applied contributions, its personal contribution is real and significant.

7. Evaluation of the abstract.

The abstract reflects objectively and completely the main content of the dissertation. It presents fully the results achieved. The abstract is precisely crafted.

8. Critical notes and recommendations.

1. The thesis is well structured. It is noteworthy that the first chapter related to the state of the art and analysis of the current state of the problem is significantly larger than the other chapters of the thesis. *Recommendation: It would be good to have a balance between the different chapters in the thesis.*
2. There are a lot of abbreviations in the thesis, which are used repeatedly in the text. All of them are perfectly introduced in the dissertation text. There are some technical notes on the dissertation layout which in no way diminish the value of the results achieved. The abstract is prepared with precision. *I would recommend supplementing the applied contributions (section 3 of the review) as follows:*
 - Computer simulations of the studied methods have been developed;
 - Parallelization and parallel program implementation were performed for the purpose of capacitive discharge studies. Parallel productivity was also evaluated.
 - Training software has been created for the purpose of teaching students in the general course in Physics of TU-Sofia.

3. **Questions:** The input parameters for parallel simulations take into account the position and initial velocities of the particles.
- Does the type of particle distribution, such as uniform particle distribution, Gaussian distribution, etc., effect on the experimental results?
 - If the type of distribution has effect, what would be its impact on the final results?

9. Conclusion.

The presented dissertation thesis fully corresponds to the set of criteria and indicators for the acquisition of educational and scientific degree "Doctor", according to the Law for the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria, Rules for its implementation and Rules for the conditions and procedure for acquiring academic degrees and occupying academic positions at Technical University of Sofia and Faculty of Applied Mathematics and Informatics.

I strongly recommend the scientific jury to award educational and scientific degree "Doctor" of Rositsa Andreeva Pavlova in professional field 4.6 "Informatics and Computer Sciences", Doctoral Program in Informatics.

Date: 27.10.2020
Sofia

Signature:
/Desislava Ivanova/