

СТ А Н О В И Щ Е

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и
научна степен „доктор”

Област на висше образование : 4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление: 4.6. Информатика и компютърни науки

Автор на дисертационния труд: **маг. физ. Росица Андреева Павлова**

Тема на дисертационния труд: **Компютърно моделиране на капацитивни разряди**

Член на научното жури: **проф. дтн Сашка Петрова Александрова**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Изследването на капацитивни газови разряди чрез компютърно моделиране представлява актуална задача. Плазмените микроелектронни технологии използват широко газов разряд в капацитивен химически реактор поради предимствата в сравнение с индуктивните реактори и технологиите на базата на химични разтвори.

Приложенията са в широки рамки от обработка и модификация на повърхности до селективно ецване и отлагане на слоеве. При съвременните тенденции на развитие в посока на нано-технологиите научноприложната стойност на изследванията по темата на дисертацията е от несъмнена важност.

В научно отношение получаването на данни за характеристиките на разрядите означава по-добро познаване на физичните процеси и дава възможности за разработки на технологични режими, подходящи за разработване на прибори с отнапред зададени характеристики.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

В литературния обзор се разглеждат основни въпроси за капацитивните разряди, за основите на използвания метод за моделиране „Частичка в клетка“, използваните алгоритми, числени методи и програмно осигуряване. Цитирани са общо 114 литературни източници, от които 97 на латиница, 12 на кирилица и 7 интернет адреса. Направеният обзор и обсъждането на резултатите показват много добро познаване на проблемите, които са предмет на дисертацията.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси.

Като се има предвид интердисциплинарния характер на изследванията за решаване на физични проблеми със средствата на компютърно моделиране, считам избраната методика “Частичка в клетка с Монте Карло удари” за моделиране на капацитивен разряд за правилен подход за постигане на целите и задачите, както са представени на стр. 1 на дисертацията.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд.

Приносите в дисертационния труд имат основно научен и научно-приложен характер.

Разработена е модификация на Монте Карло метода за моделиране на ударите на частиците в плазмата в капацитивни газови разряди и е доказана приложимостта ѝ за определяне на функцията на разпределение на електроните по енергия. Направено е валидиране на модела чрез сравнение със случаи, за които има аналитично решение. Разработена е модификация на метода “Частица в клетка с Монте Карло удари”, която позволява при определени условия, свеждането на тримерни модели на капацитивни разряди към едномерни. За пръв път методът “Частица в клетка с Монте Карло удари” е приложен за моделиране на капацитивни разряди с голямо разстояние между електродите, което е от интерес за технологични прилижения. За пръв път в модел е изследвано изменението на функцията на разпределение по дължината на капацитивен разряд. Към научните приноси са и резултатите относно физичните механизми за поддържане на капацитивни разряди, като за пръв път е установено, че в дълъг разряд действат едновременно два механизма за нагряване на плазмата: стохастично до електродите и джаулово в обема.

Разработени са компютърни симулации на изследваните методи, включително с паралелизация на програмния модел. Резултати, които имат принос към обучението, е разработената програмна система за изследване на трептения в трептящ кръг с нелинеен капацитет.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Резултатите от дисертационния труд са представени в 5 публикувани статии, от които 1 в списание с импакт фактор, 2 в издания с SJR и 2 в издания, реферирани в НАЦИД. Считаю, че тези публикации представят много добре научните и научно-приложните постижения на докторантката пред научната общност.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Изложението на материала е логично и стегнато. Дисертацията е написана на много добър български език с познаване на граматичните правила. Част от получените резултати имат потвърждение и от експериментални резултати, които макар и да не са част от работата по дисертацията, биха дали подкрепа на направените изводи.

7. Заключение

На основа на изложеното по-горе, считаю, че представеният дисертационен труд отговаря напълно на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Техническия университет – София.

Предлагам убедено на уважаемото научно жури да присъди на **маг. физ. Росица Андреева Павлова** научната и образователна степен „доктор“.

Дата:

26.03.2020 г.

ЧЛЕН НА НАУЧНОТО ЖУРИ:

проф. дтн Сашка Александрова

OPINION

On obtaining the educational and scientific degree “Doctor” (PhD)
Field of higher education 4. Natural sciences, mathematics and informatics.
Professional field 4.6. “Mathematics and Informatics”

Author of the dissertation: **mag. Phys. Rositsa Andreeva Pavlova**

Dissertation topic: **Computer modeling of capacitive discharges**

Member of the Scientific Jury: **prof. dr Sashka Petrova Alexandrova, D.Sc.**

1. Relevance of the problem

The study of capacitive gas discharges by computer modeling is an important research topic. Plasma microelectronic technologies make extensive use of a gas discharge in capacitive chemical reactors because of their advantages over inductive reactors and techniques based on chemical solutions.

Applications range from surface treatment and modification to selective etching and layer deposition. In the current development trends in the field of nano-technologies, the scientific value of the research on the topic of the dissertation is of utmost importance.

From scientific point of view, obtaining data on discharge characteristics means better knowledge of physical processes and enables the development of technological means suitable for the development of devices with predetermined characteristics.

2. Degree of awareness of the problem and interpretation of the scientific references.

The review of previous results addresses basic problems about capacitive discharges, “Particle in a cell” modeling method, algorithms, numerical methods, and software to be used for investigations. The cited references amount to 114, 97 of which in Latin, 12 in Cyrillic and 7 websites. The review and discussion of the results show a very good knowledge of the problems that are the subject of the thesis.

3. Relevance of the chosen methodology

Taking in view the interdisciplinary nature of research, namely solving physical problems with the aim of computer simulation tools, I consider the selected Monte Carlo/“Particle in cell” methodology to model a capacitive discharge for the correct approach to achieve the goals and objectives as presented in page 1 of the thesis.

4. Contributions

The contributions of the dissertation have mainly scientific and application-oriented value. Modification of the Monte Carlo method for modeling the collisions of plasma particles in capacitive gas discharges has been developed and its applicability for determining the energy electron distribution function has been established. Validation of the model is made by comparing comparison with cases for which an analytical solution can be found. Modification of the Monte Carlo collision model for the “Particle in a cell” method was developed, which allows, under certain conditions, reduction of three-dimensional models of capacitive discharges to one-dimensional ones. For the first time, the Monte Carlo/“Particle in a Cell” method was applied to model capacitive discharges with a large electrode distance,

which is of interest for technological applications. For the first time in a frame of a model, the variation of the distribution function along the capacitive discharge length was studied. The results on the physical mechanisms for maintaining capacitive discharges can be described as scientific contributions. For the first time it has been found that in such large electrode discharges two mechanisms for heating the plasma are simultaneously active: stochastic near to the electrodes and Joule in the bulk.

Computer simulations of the studied methods have been developed, including parallelization of the code model. The results that contribute to training purposes and can serve as educational tools is the developed software system for study of oscillations in an oscillating circuit with nonlinear capacity.

5. Assessment of the publications on the topic of the dissertation

The results of the dissertation are presented in 5 published articles, 1 of which is in Impact Factor journal, 2 in SJR ranking journals and 2 in editions, refereed by NACID. I believe that these publications present very well the scientific and applied achievements of the doctoral student to the scientific community.

6. Comments, recommendations and notes

The presentation of the material is logical and concise. The thesis is written in very good Bulgarian language with knowledge of grammar rules. Some of the obtained results are confirmed by experimental results, which, although not part of the thesis, would support the conclusions drawn.

7. Conclusion

Based on the above stated, I believe that the dissertation submitted meets the requirements of the Law of the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations for the Conditions and Procedures of Acquisition of Scientific Degrees at the Technical University - Sofia.

For that reason, I allow myself convincingly to propose to the respected Scientific Jury to award **mag. phys. Rositsa Andreeva Pavlova** the educational and scientific degree **“Doctor” (PhD)**.

26. 03. 2020

Sofia

Member of the Scientific Jury:

Prof. dr Sashka Alexandrova, D.Sc.