

## СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ по област на висшето образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност „Математическо моделиране и приложение на математиката“

Автор на дисертационния труд: Цветелина Веселинова Михайлова

Тема на дисертационния труд: Импулсни реактивно-дифузионни невронни мрежи на Коен-Грозберг с крайни закъснения: устойчивост на множества

Член на научното жури: проф. д-р Евдокия Сотирова

### Актуалност

Навлизането на разнообразни интелигентни методи за анализ на данни, в това число и с използване на невронни мрежи са изключително важни при описанието на множество процеси и явления, включително в медицината, механиката и оптималния контрол. Считаю, че прилагането на съвременни, интелигентни инструменти като импулсни реактивно-дифузионни невронни мрежи на Коен-Грозберг с крайни закъснения доказва актуалността на дисертационния труд.

### Познаване на проблема

Видна е висока степен на познаване на проблема. Направените анализи и изводи са добре обосновани и отразяват коректно състоянието на проблемната област.

### Методика на изследването

Считаю, че използваната от докторантката методика е целесъобразна за постигане на поставената в дисертационния труд цел. В първите две глави „Фундаментална теория“ и „Реактивно-дифузионни уравнения“ творчески е разисква фундамента на тематиката. Представени са теоретични описания, които са много добре аргументирани, коректно подплатени с литературни източници, и отразяващи различни гледни точки в процеса. В трета глава „Устойчивост на множества и интегрални многообразия във фазовото пространство на системи реактивно-дифузионни невронни мрежи на Коен-Грозберг със закъснения и импулси“ е описан проблема и е избрана методика за решаването му. Това продължава и в четвърта глава „Приложения“.

### Научно-приложни и приложни приноси

Приемам напълно формулираните от докторантката приноси на 108 стр.

- Въведена е основна концепция за устойчивост на множествата за системи импулсни реактивно-дифузионно (CGCN) със закъснения;
- Получени са достатъчни условия за равномерна глобална асимптотическа устойчивост и равномерна глобална експоненциална устойчивост на множества;

- Въведено е понятие за силна устойчивост на множества и с използване на номинална система са намерени достатъчни условия за съществуване на силно устойчиви множества;
- Посочени са примери, които доказват ефективността на въведените условия;
- Разгледана е практическата устойчивост на системи реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и импулсни смущения по отношения на специален вид многообразия, дефинирани с функция от вида  $h$ . За приложенията е удобно тези многообразия да се наричат  $h$ ;
- Получените резултати обобщават и разширяват съществуващите резултати в качествената теория;
- Разглеждането на силна практическа устойчивост на бидиректните системи реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и импулси допълнително обобщава и разширява възможностите за изследване и приложения на този тип многообразия.

### **Преценка на публикациите**

Докторантката има 3 излезли от печат публикации в списания с импакт фактор. Първите две са в списание Mathematics, което е с  $IF=2.258$  и е в SRJ – Q2. Третата публикация е в списание Entropy, което е с  $IF=2.524$  и е в SRJ – Q3.

Изключително добро впечатление прави фактът, че за краткото време от публикуването си тези публикации имат 4 цитирания, отбелязани в Scopus. Според справката в Scopus докторантката има 4 публикации.

Според Правилника за прилагане на закона за развитието на академичния състав в република България тези публикации се оценяват на 150 точки, което трикратно надхвърля минималните изискванията на правилника за направление 4.5 Математика.

### **Препоръки и бележки**

Критични забележки по дисертационния труд: в дисертационния труд в последната част има няколко недовършени цитирания, които са отбелязани с [\*\*\*] (стр. 100, 102, 103, ...).

### **Заклучение**

В заключение мога да кажа, че темата и дисертационният труд са актуални. Получените оригинални резултати изцяло съответстват на поставената в дисертационния труд цел. Дисертационният труд удовлетворява изискванията на ЗРАС и Правилника на ТУ- София. Давам своето положително становище и препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват за присъждането на Цветелина Веселинова Михайлова на образователната и научна степен “Доктор” по професионално направление област: 4. Природни науки, математика и информатика Професионално направление: 4.5. Математика, Научна специалност: „Математическо моделиране и приложение на математиката“

Дата: 21.04.2022

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

(проф. д-р Евдокия Сотирова)

## OPINION

on a dissertation for obtaining an educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics, professional field 4.5. Mathematics, scientific specialty "Mathematical modeling and application of mathematics"

Author of the dissertation: Tsvetelina Veselinova Mihailova Dissertation topic: Impulse reactive-diffusion neural networks of Cohen-Grosberg with finite delays: set stability

Member of the scientific jury: Prof. Dr. Evdokia Sotirova

### **Relevance**

The introduction of a variety of intelligent methods for data analysis, including the use of neural networks are extremely important in describing many processes and phenomena, including applications in medicine, mechanics and optimal control. I believe that the application of modern, intelligent instruments such as impulse reactive-diffusion neural networks of Cohen-Grosberg with extreme delays proves the relevance of the dissertation.

### **Knowledge of the problem**

A high level of knowledge of the problem is evident. The analysis and conclusions made are well substantiated and correctly reflect the state of the problem area.

### **Research methodology**

I believe that the methodology used by the doctoral student is appropriate to achieve the goal set in the dissertation. The first two chapters, Fundamental Theory and Reactive-Diffusion Equations, creatively discuss the foundations of the subject. Theoretical descriptions are presented, which are very well argued, correctly lined with literature sources, and reflect different points of view in the process. The third chapter "Stability of sets and integral manifolds in the phase space of Cohen-Grosberg reactive-diffusion neural network systems with delays and pulses" describes the problem and selects a method for solving it. This continues in the fourth chapter "Applications".

### **Scientific-applied and applied contributions**

I fully accept the contributions formulated by the doctoral student on page 108.

- A basic concept of set stability for delayed reactive diffusion (CGCN) systems has been introduced;
- Sufficient conditions have been obtained for uniform global asymptotic stability and uniform global exponential stability of sets;
- The concept of strong stability of sets has been introduced and with the use of a nominal system sufficient conditions have been found for the existence of highly stable sets;
- Examples are given that prove the effectiveness of the introduced conditions;
- The practical stability of reactive-diffusion CGCN systems with delays and impulse disturbances with respect to a special type of variations, defined by a function of type  $h$ , is considered. For applications, it is convenient to call these variations  $h$ ;
- The obtained results summarize and expand the existing results in the qualitative theory;

- Considering the strong practical stability of bidirectional reactive-diffusion CGCN systems with delays and pulses further summarizes and expands the possibilities for research and applications of this type of variations.

### **Evaluation of publications**

The PhD student has 3 published publications in journals with impact factor. The first two are in the journal Mathematics, which has IF = 2.258 and is in SRJ - Q2. The third publication is in Entropy magazine, which has IF = 2.524 and is in SRJ - Q3.

Extremely good impression is made by the fact that in the short time since their publication these publications have 4 citations noted in Scopus. Според справката в Scopus докторантката има 4 публикации.

According to the Regulations for the implementation of the law on the development of the academic staff in the Republic of Bulgaria, these publications are evaluated at 150 points, which is three times higher than the minimum requirements of the regulations for the field 4.5 Mathematics.

### **Recommendations and notes**

Critical remarks on the dissertation: in the last part of the dissertation there are several unfinished citations, which are marked with [\*\*\*] (pp. 100, 102, 103, ...).

### **Conclusion**

In conclusion, I can say that the topic and the dissertation are relevant. The obtained original results fully correspond to the goal set in the dissertation. The dissertation satisfies the requirements of ZRAS and the Regulations of TU-Sofia. I give my positive opinion and recommend to the esteemed members of the Scientific Jury to vote for the award of Tsvetelina Veselinova Mihaylova to the educational and scientific degree "Doctor" in the professional field: 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics Professional field: 4.5. Mathematics, Scientific specialty: "Mathematical modeling and application of mathematics"

21.04.2022  
Burgas

JURY MEMBER:.....  
(Prof. E.Sotirova)