

СТАНОВИЩЕ**върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен "доктор"**

Автор на дисертационния труд: докторанта **Цветелина Веселинова Михайлова**

Тема на дисертационния труд: „Импулсни реактивно-дифузионни невронни мрежи на Коен-Грозберг с крайни закъснения: устойчивост на множества“, разработен в Катедра „Електротехника, автоматика и информационни технологии“ (ЕАИТ), Технически университет – София (ТУ-София), Инженерно-педагогически факултет - Сливен (ИПФ-Сливен)

по конкурс за присъждане на образователната и научна степен "доктор", Област: 4. Природни науки, математика и информатика, Професионално направление: 4.5. Математика, Научна специалност: „Математическо моделиране и приложение на математиката“

Член на научното жури: доц. д-р **Евгения Петрова Николова** – Център по информатика и технически науки, Бургаски свободен университет; Лаборатория по дигитализация – Бургас, Институт по математика и информатика, Българска академия на науките

Със Заповед № ОЖ-4.5-06/ 23.02.2022 г. на Ректора на ТУ-София съм определена за член на научното жури във връзка с конкурс за присъждане на образователната и научна степен "доктор", професионално направление 4.5. Математика.

Като член на научното жури получих следните документи:

1. Творческа автобиография на Цветелина Веселинова Михайлова;
2. Автореферат и Дисертационен труд на Цветелина Веселинова Михайлова на тема „Импулсни реактивно-дифузионни невронни мрежи на Коен-Грозберг с крайни закъснения: устойчивост на множества“.
3. Списък на публикациите на докторанта.
4. Списък на цитирания.
5. Научни и научно-приложни приноси.

Данни за дисертанта. Цветелина Веселинова Михайлова е родена на 28.02.1993 г. През 2015 г. завършва висшето си образование във Инженерно-педагогически факултет Сливен, Технически Университет-София с образователно-квалификационна степен „Бакалавър“ специалност „Автоматика и информационни технологии“ с професионална квалификация „Инженер по автоматика“. От 2016 притежава образователно-квалификационна степен за „Учител по математика“ от СУ „Св. Климент Охридски“, гр. София. През 2017 завършва образователно-квалификационна степен „Магистър“ специалност „Математика и информатика“ – „Технологии за обучение по математика и информатика“ в СУ „Св. Климент Охридски“, гр. София. Цветелина Михайлова е била първоначално хоноруван асистент (през 2018 г.), а от 2019 година е асистент по висша математика в „ТУ-София ИПФ-Сливен“.

Данни за докторантурата. Цветелина Веселинова Михайлова е изпълнила учебните си задължения и положила докторантския си изпит по „Математическо моделиране, диференциални уравнения“ на 01.02.2021 г., съгласно Заповед N 29/11.01.2021 г. на Ректора на ТУ-София. Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „ЕАИТ“ към Факултет ИПФ-Сливен на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 28.01.2022 г. Със Заповед N 483/22.02.2022 г. на Ректора на ТУ-София докторанта Цветелина Веселинова Михайлова е отписана с право на защита. Според Закона за развитие на академичния състав в Република България, кандидатът за заемане на образователната и научна степен "доктор" трябва да отговаря на условията, посочени в чл. 6 ал. 1, както и на чл. 2 ал. 1 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени (ПУРПНС) в Технически университет – София. От творческата автобиография на докторанта се вижда, че тя притежава образователно-квалификационна степен "Магистър" по „Математика и информатика“ от СУ „Св. Климент Охридски“, с което отговаря на това изискване.

Данни за дисертацията и автореферата. Докторантът изпълнява изискването на чл. 23 а/ от ПУРПНС, Технически университет – София, тъй като е представил дисертационен труд и три публикации по темата на дисертацията в научната периодика. Представеният дисертационен труд спазва изискването на чл. 23 ал. 2 от ПУРПНС, Технически университет – София за задължителна структура: заглавна страница; съдържание, увод; изложение; заключение – резюме на получените резултати с декларация за оригиналност; библиография. Дисертационният труд е с обем от 117 страници и се състои от увод, 4 глави, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията, списък от използвана литература, включваща 94 заглавия, от които 92 са на латиница, а 2 на кирилица.

Дисертацията е оформена много добре. Авторефератът отразява основните моменти от дисертацията.

Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Невронните мрежи на Коен-Грозберг (CGNN) са масово изследвани поради огромните им възможности за приложения в различни области на науката и инженерството за решаване на проблеми с разпознаване на модели, обработка на сигнали и изображения, проблеми с асоциативната памет и др.. Изследванията на подобни модели на невронни мрежи и техни различни класове са все още много активни. Публикациите, свързани с изследвания на CGNN, индексирани в световната бази данни Scopus за 2020 година са 47 на брой, за 2021 година – 44, а за 2022 до началото на април – 8.

Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал. Докторантът познава много добре съвременните публикации по изследваната проблематика. Литературният обзор в работата обхваща публикации по темата за периода 1963-2020 година като 10 от публикациите са от последните две години. Тя е направила обзор и анализ на 94 литературни източници като правилно ползува резултатите на другите автори в изложението. В обзора са представени основни резултати от теорията на импулсните диференциални уравнения, втори метод на Ляпунов, използван при изследването на реактивно-дифузионните CGNN и импулсни невронни мрежи.

Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси. Представеният дисертационен труд е посветен на проблемите за устойчивост на множества и

интегрални многообразия във фазовото пространство на системи реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и импулси и проблемите за съществуването на интегрални многообразия за импулсен модел на динамика на вирус на хепатит Б с функционален отговор на Bedington-DeAngelis на степента на инфекция. В дисертационния труд са формулирани следните цели:

1. Въвеждане на основна концепция за устойчивост на множества за системи импулсни реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и достатъчни условия за равномерна глобална асимптотическа устойчивост, и равномерна глобална екстремална устойчивост на множества. Цел реализирана в глава 3 на дисертационния труд.
2. Въвеждане на понятие за силна устойчивост на множества и намиране на достатъчни условия за съществуването им с използване на номинална система. Цел реализирана в глава 3 на дисертационния труд. В тази глава основните резултати са получените нови достатъчни условия за устойчивост, равномерна устойчивост и асимптотична устойчивост на множества по отношение на системата реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и е изследвана системата реактивно-дифузионни CGCN с параметрични неопределености.
3. Да се разгледа практическата устойчивост на един вид системи реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и импулсни смущения по отношение на h -многообразия. Цел постигната в параграф 3.2 на Глава 3. Уникалността на представените резултати е в следните аспекти: 1. Обобщава се концепцията за устойчивост като получените резултати ще дадат възможност за практически приложения на разгледаните категории в различни научни области; 2. Разширяват се средствата за изследване и управление на устойчивостта на системата; 3. Резултатите се демонстрират с използването на широк клас от функции, дефиниращи този тип многообразия, и прилагането им към определени системи невронни мрежи.
4. Да се изследва глобалната устойчивост на интегрални многообразия за реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и променливи импулсни смущения. Цел реализирана в параграф 3.3 на Глава 3, където е разгледан проблема за съществуването на интегрални многообразия за реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и променливи импулсни смущения.

Научни и научно-приложни приноси. Авторът на настоящото становище приема дефинираните от докторантката научни приноси, а именно: 1. Въведена е основната концепция за устойчивост на множества за системи импулсни реактивно-дифузионни CGCN със закъснения; 2. Получени са достатъчни условия за равномерна глобална асимптотическа устойчивост и равномерна глобална експоненциална устойчивост на множества; 3. Доказана е полезността на получените резултати в случаите на атрактори различни от точките на равновесие; 4. Въведено е понятието силна устойчивост на множества и са намерени достатъчни условия за съществуване на силно устойчиви множества; 5. Разгледана е практическата устойчивост на системи реактивно-дифузионни CGCN със закъснения и импулсни смущения по отношение на специален вид многообразия – h -многообразия.

Публикации и участия в научни форуми. Всички представени публикации, свързани с темата, са на английски език. Кандидатът е представил списък от 3 публикации в съавторство, 2 от тях, публикувани в списание „Mathematics“ (IF=2.258 SRJ – Q2), а 1 – в списание „Entropy“ (IF=2.524 SRJ – Q3), индексирани в световната бази данни Scopus. Броят точки на докторанта по показател Г 7. Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus) от Минималните изисквани точки за научна степен „доктор“ в Област 4. Природни науки, математика и информатика от Правилник за прилагане на закона за развитието на академичния състав в Република България е 55, с което се изпълнява чл. 26 на Правилника.

Мнения, препоръки, бележки. Трябва да се да отбележи, че дисертационната работата има множество достойнства като добро познаване на предметната област и литературата върху нея, яснота на изложението, добро структуриране на текста. Тя е написана на добър български език, но за съжаление в нея се срещат на места пунктуационни пропуски и изречения с нарушена граматическа структура. В нея има някои пропуски в техническото оформление.

Дисертацията би представлява научен интерес за специалистите, занимаващи се с оптимален контрол, биология, механика, медицина, биотехнологии, икономика, инженерство.

Като критичен коментар може да се отбележи, че от предоставеният от докторанта списък с цитирания не става ясно коя от публикациите къде е цитирана.

Наукометрични показатели. Кандидатът отговаря на всички изисквания за присъждане на образователна и научна степен „доктор“. Общият брой точки, които могат да бъдат признати са 105: 50 за дисертационен труд и 55 за публикации в съавторство.

Заклучение

Въз основа на изложеното по-горе считам, че кандидатът Цветелина Веселинова Михайлова изпълнява всички критерии и изисквания по Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София, Инженерно-педагогически факултет - Сливен за присъждане на образователната и научна степен "доктор", професионално направление 4.5. Математика.

Подпис:

/доц. д-р Е. Николова/

STATEMENT REPORT

on a dissertation for obtaining the educational and scientific degree "Doctor"

Author of the dissertation: doctoral student **Tsvetelina Veselinova Mihailova**

Topic of the dissertation: "Impulse reactive-diffusion neural networks of Cohen-Grossberg with extreme delays: set resistance", developed at the Department of Electrical Engineering, Automation, and Information Technology (DEEAIT), Technical University - Sofia (TU-Sofia), Faculty of Engineering and Pedagogy - Sliven (FEP-Sliven) in a competition for awarding the educational and scientific degree "Doctor", Field: 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics, Professional field: 4.5. Mathematics, Scientific specialty: "Mathematical modelling and application of mathematics"

Member of the Scientific Jury: **Assoc. Prof. Evgeniya Petrova Nikolova, PhD** - Faculty of Computer Science and Engineering, Burgas Free University; Laboratory of Digitalization - Burgas, Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences

By Order № OЖ-4.5-06 / 23.02.2022 of the Rector of TU-Sofia I have been chosen a member of the scientific jury for a competition for awarding the educational and scientific degree "Doctor", professional field 4.5. Mathematics.

As a member of the scientific jury, I received the following documents:

1. Creative autobiography of Tsvetelina Veselinova Mihailova;
2. Abstract and dissertation of Tsvetelina Veselinova Mihailova on "Pulsed reactive-diffusion neural networks of Cohen-Grossberg with extreme delays: stability of sets".
3. List of the doctoral student's publications.
4. List of citations.
5. Scientific and applied scientific contributions.

Candidate data. On February 28, 1993, Tsvetelina Veselinova Mihailova was born. She received a bachelor's degree in Automation and Information Technology with a professional qualification of Engineer in 2015 from the Faculty of Engineering and Pedagogy in Sliven, Technical University of Sofia. He holds a "Teacher of Mathematics" educational qualification from Sofia University "St. Kliment Ohridski" since 2016. In 2017, he graduated with a Master's degree in Mathematics and Informatics at Sofia University "St. Kliment Ohridski", Sofia - "Technologies for teaching mathematics and informatics". Tsvetelina Mihailova was initially a part-time assistant (in 2018), and since 2019 she has been an assistant professor of higher mathematics at TU-Sofia IPF-Sliven.

Data for the doctoral program. Tsvetelina Veselinova Mihailova has fulfilled her academic obligations and passed her doctoral exam in "Mathematical Modeling, Differential Equations" on 01.02.2021, according to Order No. 29 / 11.01.2021 of the Rector of TU-Sofia. At a regular meeting on 28.01.2022, the Department Council of the Department "DEEAIT" at the Faculty of FEP-Sliven TU-Sofia considered and directed the dissertation for defense. By Order No. 483 / 22.02.2022 of the Rector of the Technical University of Sofia, the doctoral student Tsvetelina Veselinova Mihailova was written off with the right to defense.

According to the Law for the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the candidate for the educational and scientific degree "Doctor" must meet the conditions specified in Art. 6 para. 1, as well as of art. 2 para. 1 of the Regulations on the terms and conditions for obtaining scientific degrees (RTCOSD) at the Technical University - Sofia.

Data for the dissertation and the abstract. The doctoral student fulfills the requirement of art. 23 a / from RTCOSD, Technical University - Sofia, as he has presented a dissertation and three publications on the topic of the dissertation in scientific periodicals. The presented dissertation observes the requirement of art. 23 para. 2 of RTCOSD, Technical University - Sofia for mandatory structure: title page; content, introduction; exposition; conclusion - summary of the results obtained with a declaration of originality; bibliography. The dissertation is 117 pages long and includes an introduction, four chapters, a list of major contributions, a list of dissertation-related publications, and a list of references with 94 titles, 92 of which are in Latin and two in Cyrillic.

The dissertation is well-crafted. The abstract reflects the main points of the dissertation.

Relevance of the problems developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms. Cohen-Grosberg Neural Networks (CGNN) have been widely studied due to their enormous potential for applications in various fields of science and engineering to solve problems with pattern recognition, signal and image processing and problems with associative memory, etc .. Research on such models of neural networks and their various classes is still very active. The number of publications related to CGNN research indexed in the global Scopus database for 2020 is 47, for 2021 - 44, and for 2022 until the beginning of April - 8.

Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material. The doctoral student knows very well the modern publications on the researched problems. The literary review in the work covers publications on the topic for the period 1963-2020 as 10 of the publications are from the last two years. She reviewed and analyzed 94 literature sources, correctly using the results of other authors in the exposition. The review

presents the main results of the theory of impulse differential equations, a second Lyapunov method used in the study of reactive-diffusion CGNN and impulse neural networks.

Correspondence of the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions. The presented dissertation is devoted to the problems of stability of sets and integral manifolds in the phase space of reactive-diffusion CGNN systems with delays and pulses and the problems of the existence of integral manifolds for pulse model of hepatitis B virus dynamics with functional response to functional response to Bedington-DeAngelis of the degree of infection. The following goals are formulated in the dissertation:

1. Introduction of a basic concept of set stability for pulsed reactive-diffusion CGCN systems with delays and sufficient conditions for uniform global asymptotic stability, and uniform global extreme set resistance. Purpose realized in chapter 3 of the dissertation.
2. Introducing the concept of strong stability of sets and finding sufficient conditions for their existence using a nominal system. Objective realized in chapter 3 of the dissertation. In this chapter the main results are the new sufficient conditions for stability, uniform stability, and asymptotic stability of the sets with respect to the delayed reactive diffusion CGCN system and the reactive diffusion CGCN system with parametric uncertainties is studied.
3. To consider the practical stability of one type of reactive-diffusion CGCN systems with delays and impulse disturbances with respect to h-manifolds. Objective achieved in paragraph 3.2 of Chapter 3. The uniqueness of the presented results is in the following aspects: 1. The concept of sustainability is summarized and the obtained results will allow for practical applications of the considered categories in different scientific fields; 2. The tools for research and management of the stability of the system are being expanded; 3. The results are demonstrated by the use of a wide range of functions defining this type of diversity and their application to certain neural network systems.
4. To study the global stability of integral manifolds for reactive-diffusion CGCNs with delays and variable impulse disturbances. Objective realized in paragraph 3.3 of Chapter 3, where the problem of the existence of integral manifolds for reactive-diffusion CGCN with delays and variable impulse disturbances is considered.

Scientific and applied contributions. The author of this Statement report accepts the scientific contributions defined by the doctoral student, namely: 1. The basic concept of set stability for pulsed reactive-diffusion CGCN systems with delays has been introduced; 2. Sufficient conditions are obtained for uniform global asymptotic stability and uniform global exponential stability of sets; 3. The usefulness of the obtained results in the cases of attractors other than the equilibrium points is proved; 4. The concept of strong stability of sets has been introduced and sufficient conditions have been found for the existence of highly stable sets; 5. The practical stability of reactive-diffusion CGCN systems with delays and impulse disturbances with respect to a special type of manifold - h-manifolds is considered.

Publications and participation in scientific forums. All submitted publications related to the topic are in English. The applicant submitted a list of 3 co-authored publications, 2 of which were published in the journal Mathematics (IF=2.258 SRJ – Q2) and 1 in the journal Entropy (IF=2.524 SRJ – Q3), indexed in the global Scopus database. The number of points of the doctoral student on indicator D 7. Scientific publication in publications that are referenced and indexed in world-famous databases with scientific information (Web of Science and Scopus) of the Minimum required points for the scientific degree "Doctor" in Area 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics from the Regulations for application of the law for the development of the academic staff in the Republic of Bulgaria is 55, which implements Art. 26 of the Regulations.

Opinions, recommendations, notes. It should be noted that the dissertation has many merits such as good knowledge of the subject area and the literature on it, clarity of presentation, good structuring of the text. It is written in good Bulgarian, but unfortunately there are punctuation omissions and sentences with impaired grammatical structure. There are some gaps in the technical layout.

The dissertation would be of scientific interest to specialists dealing with optimal control, biology, mechanics, medicine, biotechnology, economics, engineering.

As a critical comment, the doctoral student's list of citations makes it difficult to tell which of the papers is referenced where.

Conclusion

Based on the foregoing, I think that the candidate Tsvetelina Veselinova Mihaylova satisfies all of the criteria and requirements of the Law on Academic Staff Development in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its Implementation, and the Regulations on the terms and conditions for obtaining degrees at the Technical University of Sofia, Faculty of Engineering and Pedagogy - Sliven for awarding the educational and scientific degree "Doctor," professional field 4.5. Mathematics.

Signature:

/ Assoc. Prof. E. Nikolova, PhD /

city of Burgas
April 21, 2022