

## Рецензия

от проф. д-р Маргарита Стефанова Теодосиева  
за дисертационния труд

на тема: „**Приложение на метода на локалната активност за изследване динамиката на нелинейни Клетъчно Невронни Мрежи**“

с автор: **Галина Живкова Бобева**

за присъждане на образователната и научна степен **Доктор:**

Област на висше образование 4. Природни науки, математика и  
информатика,

Професионално направление.4.5 Математика,

Докторска програма “Математическо моделиране и приложения на  
математиката”

Въз основа на заповед №200 от 28.10.2020 г. съм определена за член научно жури за защита на дисертационен труд на тема „Приложение на метода на локалната активност за изследване динамиката на нелинейни Клетъчно Невронни Мрежи“ на Галина Живкова Бобева, редовна докторантка в Института по математика и информатика (ИМИ) при Българската академия на науките (БАН) с научен ръководител проф. д-мн Анжела Славова. Получих следните документи: дисертационен труд, автореферат, копия на 7 публикации по дисертацията, професионална автобиография, справка за научните приноси, заповед за зачисляване в редовна докторантура- № 290/ 15.07.2015, заповед за отчисляване - № 906/ 03.10.2018, удостоверение за положените изпити от докторантския минимум. Приемам за рецензиране предоставените ми по-горе документи, които отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение (ППЗРАСРБ), както и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) в БАН и ПУРПНСЗАД в ИМИ при БАН.

## **1. Кратки биографични данни**

Галина Живкова Бобева е завършила Математическа гимназия „Баба Тонка“ – гр. Русе през 1991 г. През 1997 г. тя се дипломира като магистър по Математика и Информатика във ВТУ „Св. Св. Кирил и Методий“. През 2015г. е зачислена като редовен докторант в ИМИ при БАН с научен ръководител проф. дмн Анжела Славова.

Г-жа Бобева е била преподавател по информатика и информационни системи в Математическа гимназия „Баба Тонка“, гр. Русе от 1997-2004 г. От 2004 г. до 2017 г. тя е Ръководител направление ИКТ и преподавател по информатика и ИТ в същата гимназия. От 2017-2018 г. г-жа Бобева е Заместник-директор по учебната дейност на МГ „Баба Тонка“, а от 2019 г. е избрана за директор на гимназията. Тя има следните допълнителни квалификации - Пета професионално-квалификационна степен, Курс на тема „Оценка на професионалната дейност на учители и другите педагогически специалисти. Професионално портфолио“ – 1 квалификационен кредит, Курс на тема „Управление на качеството. Изграждане на училищни системи за качество на образованието“ – 1 квалификационен кредит, Курс на тема „Инструментариум на съвременния учител“ – 1 квалификационен кредит, Обучителен курс на тема „Облачни технологии – Офис 365“ – 1 квалификационен кредит, Семинар на тема „Работа с интерактивна дъска“ – 1 квалификационен кредит.

Галина Бобева е член на експертна комисия за подготовка и провеждане на онлайн НВО на дигиталните компетентности на учениците в X клас, член на комисия за разработване на Учебни програми, член на работна група за изготвяне на Държавен образователен стандарт за общообразователна подготовка по информатика и ИТ към МОН. Тя е председател на Съюза на математиците в България (СМБ), секция Русе и член на УС на СМБ в България.

## **2. Анализ на научните и научно-приложните постижения в дисертационния труд**

Според справката за научните приноси на дисертационния труд, те могат да се разделят на научни и научно-приложни. Ще се спра на тях като анализирам получените резултати по отделните глави на дисертацията.

Дисертацията се състои от уводна част, 4 глави, списък на цитираните литературни източници и списък на публикациите на автора, както и научните и научно-приложни приноси. Текстът е в обем от 88 страници, в това число 31 фигури. Списъкът на литературата обхваща 82 заглавия.

Основно се разглеждат Клетъчни Нелинейни Мрежи (КНМ), които имат много актуални приложения в разпознаването и обработката на образи, в представяне на информацията, в моделирането на частни диференциални уравнения, описващи реални явления в нанотехнологиите.

В **Глава 1** са изучени КНМ и уравненията, които ги описват – уравнения на състоянието и изходни уравнения. Определен е и динамичният обхват на КНМ, който е изключително важен от гледна точка на приложенията им.

**Глава 2** е посветена на метода на локалната активност, който дава отговор на въпроса – при какви стойности на клетъчните параметри мрежата може да проявява сложно поведение. В тази глава е и основният научен принос на дисертацията, а именно - получена е конкретна математическа формулировка на метода на локалната активност за дискретни системи на реакция-дифузия. Получени са точни математически условия за определяне на локална активност на клетка в КНМ. Дефинирана е подобластта на областта на локална активност, наречена ръб на хаоса, в която КНМ може да прояви сложно динамично поведение. Разработен е алгоритъм за определяне на тази област от клетъчни параметри.

Така полученият алгоритъм е приложен за две известни системи на реакция-дифузия – системата на ФицХю-Нагумо, която моделира предаването на нервни импулси в човешкия мозък и е опростена версия на знаменития модел на Ходжкин и Хиксли (Нобелови лауреати за 1963 г.) и системата на

Орегонатора, която моделира някои химически процеси. Направени са симулации на разработения алгоритъм и се определя точно областта, наречена ръб на хаоса за тези два модела.

В **Глава 3** се разглеждат хистерезисни КНМ с мемристорни синапси (М-ХКНМ). За пръв път е въведен модел на хистерезисни КНМ, в които оригиналният резистор се заменя с мемристор и работи в режим на релаксационен осцилатор. Изследванията на вериги с мемристори е изключително актуално. Мемристорите са въведени теоретично от Л. Чуа, но са получени реално в лаборатория на НР в САЩ през 2009 г. От тогава започва бързо нарастване на разработките в тази област както теоретично, така и практически. Получени са резултати и за приложенията на хистерезисна КНМ за асоциативни и динамични паметни.

В тази глава са изведени и модели на КНМ на реакция-дифузия, в които отново се въвеждат мемристорни вериги. Това води до разширяване на приложенията на тези нови модели в обработката на образи и сигнали. Ако имаме изображение в реалния свят с камера, обикновено то е замърсено от някакъв шум. В този случай е много важно да се направи премахване на шума. Симулациите, които са представени тук показват, че предложения модел на М-ХКНМ дава много по-добре изчистено изображение. Като пример на мемристорни КНМ на реакция дифузия е представен модел на свързана система на ФицХю-Нагумо, за която се определя областта на ръб на хаоса като е приложен разработения в Глава 2 алгоритъм. Направени са и симулации на този модел, както и на ръба на хаоса.

**Глава 4** представя Клетъчно Нано Невронни Мрежи (КННМ), които моделират задача от наноструктурите. Изследван е пиезоелектрически материал (ПЕМ) с нано нехомогенности. ПЕМ са анизотропни диелектрици, където електрическите, магнитните и еластичните полета са свързани. Познаването както на разсеяното вълново поле, така и на динамичната концентрация на напрежение в близост до нано дефекти може да предостави полезна информация при повреда и счупване на тези материали и конструкции, направени от тях. Граничната задача се изследва със

специална трансформация на Фурие и се прилага методът на хармоничния баланс за съществуването на периодични решения. Направени са симулации за конкретен материал PZT4 и те са валидирани. Освен това е доказано и съществуване на решения на разглежданата задача от типа на бягаща вълна, което не е правено досега за дискретни системи каквито са КННМ.

Гореизложеният анализ показва, че целта и задачите на дисертационния труд са постигнати.

### **3. Общо описание на публикациите, които отразяват дисертацията**

Представени са 7 публикации по дисертационния труд. Те са в съавторство с научния ръководител, като приносът на кандидата е равен в тях. Статиите са публикувани в *Comptes Rendus De L'Academie Bulgare Des Sciences*- 2 статии, *Pliska Studia Mathematica* – 2 статии, *IEEE Proc.*, *ECCTD 2017* – 1 статия, *Proc. ANNA 2018*, *VDE* – 1 статия, *QUALITDE 2017* – 1 статия. Първите две статии в Доклади на БАН имат импакт фактор – 0.23 и квантил Q2. Статиите в *IEEE Proc.*, *ECCTD 2017* и *Proc. ANNA 2018*, *VDE* са отбелязани в базата данни Scopus. Двете статии в *Pliska Studia Mathematica* са отбелязани в базата данни *Zentralblatt fur mathematik*. Всички статии са написани на английски език. Има един забелязан цитат на статията: A.Slavova and G. Bobeva, "Determination of edge of chaos in hysteresis cnn model with memristor synapses", 2017 European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD), pp. 1-4, 2017 в: Anik Chowdhury, Afiya Ayman, Shovon Dey, Mrinmoy Sarker, Aqeeb Iqbal Arka, Simulations of threshold logic unit problems using memristor based synapses and CMOS neuron, 2017 3rd International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT), IEEE, 2017л

Публикациите по дисертацията покриват и надхвърлят критериите за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“ от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) в БАН и ПУРПНСЗАД в ИМИ при БАН.

#### **4. Критични бележки и препоръки на рецензента.**

Нямам съществени забележки по отношение на дисертационния труд с точност до някои неточности при превода от английски и някои печатни грешки.

#### **5. Качества на автореферата**

Авторефератът отговаря на структурата и съдържанието на дисертационния труд и напълно отразява получените основни резултати.

#### **6. Лични впечатления**

Като зам.-председател и секретар на ръководството на СМБ - секция Русе, познавам Галина Бобева от постъпването ѝ през 1997 г. като учител в Математическа гимназия „Баба Тонка“ и заниманията ѝ с подготовка на ученици за участие в математически състезания и олимпиади. От наблюденията си съм изградила мнение за един трудолюбив, отговорен, обективен, коректен, колегиален и отзивчив човек, уважаван както от учениците, така и от колегите. Тя е съпричастна към проблемите на ученици и колеги, ползва се с авторитет сред тях, с желание се включва в подготовката и организирането на различни мероприятия и събития, изпълнява в срок поставените ѝ задачи. Умее да работи в екип и притежава креативно и творческо мислене. Отличните ѝ организационни умения са оценени – през 2014 година е избрана за Председател на ръководството на СМБ, секция Русе, а през 2017 г. влиза и в Управителния съвет на СМБ. След двугодишен зам.-директор, през 2019 става и директор на най-престижното училище в града – Математическата гимназия.

С радост приветствах желанието ѝ да се занимава и с научна дейност като докторант към ИМИ при БАН, с което предизвикателство, въпреки ангажираността ѝ, тя се справи чудесно.

## 7. Заключение

Получените в дисертацията резултати имат научен и научно-приложен характер, отличават се с прецизност и задълбоченост. Отчитайки значимостта на проведените изследвания и имайки предвид ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и ПУРПНСЗАД в ИМИ при БАН, убедено предлагам на журито да гласува положително за присъждане на образователната и научна степен “Доктор” на **Галина Живкова Бобева** в професионално направление 4.5. Математика, докторска програма *Математическо моделиране и приложение на математиката*.

04.01.2021

Рецензент:

/проф. д-р М. Теодосиева/