

СТАНОВИЩЕ

от проф. д-р Велизар Тодоров Павлов, Русенски университет,
член на научното жури,
назначено със заповед на директора на ИМИ № 200 / 28.10.2020 г.
относно дисертационен труд на тема:

Приложение на метода на локалната активност за изследване динамиката на нелинейни Клетъчно Невронни Мрежи

автор: **Галина Живкова Бобева**

научен ръководител: **проф. дмн Анжела Славова**

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

в професионално направление 4.5.Математика,

докторска програма „Математическо моделиране и приложение на
математиката“

Становището е съобразено с 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 Българска академия на науките (БАН) и ПУРПНСЗАД в Института по математика и информатика (ИМИ) при БАН.

За изготвяне на становището ми бяха представени: професионална автобиография, копия на заповед за зачисляване (заповед на директора на ИМИ № 290/15.07.2015 г.) и отчисляване с право на защита (заповед на директора на ИМИ № 906/03.10.2018), копия от протоколите за издържаните изпити, заповед за провеждане на предварителна защита, списък и копия на 7 публикации по темата на дисертацията, списък на техни цитирания, дисертационен труд от 88 стр., автореферат (36 стр.) и справка за приносите в дисертацията.

Кратки биографични данни за докторанта

и за процедурата по докторантурата

Галина Бобева е родена през 1973 г. Придобива магистърска степен по специалност Математика и информатика във ВТУ "Св. Св. Кирил и Методий" през 1997 г. От месец септември на 1997 г. до сега е преподавател по Информатика и информационни технологии в Математическа гимназия „Баба Тонка“, Русе. В периода 04.2004 – 09.2017 е ръководител на направление Информационни и компютърни технологии в гимназията, а през периода 09.2017 – 12.2018 е неин зам.-директор по учебната дейност. От януари 2019 г. до сега е директор на МГ „Баба Тонка“. Притежава пета професионално-квалификационна степен, защитена в Шуменския

университет. В своята професионална кариера г-жа Бобева има завършени десетки образователни курсове, което е солидна гаранция за непрекъснато повишаване на квалификацията. Член е на комисии за разработване на учебни програми, провеждане на национално външно оценяване на дигиталните компетентности на учениците и на група за изготвяне на Държавен образователен стандарт. От май 2014 г. до сега е председател на Съюза на математиците в България, секция Русе и член на Управителния съвет на Съюза на математиците в България.

При реализирането на процедурата няма допуснати нарушения на правилниците, спазени са сроковете и минималните национални изисквания според Закона преди 2018 г. Докторантката е представила 7 публикации по темата на дисертационния труд, от които 2 в издания с импакт-фактор (индексирани от Web of Science), 2 в издания с импакт-ранг (индексирани от Scopus) и 2 в издания, индексирани от Zentralblatt fur Mathematik, с което покрива критериите и по новия ЗРАСРБ. Важно е да отбележа, че са изпълнени и всички специфични изисквания на ПУРПНСЗАД на ИМИ на БАН за придобиване на образователната и научна степен "Доктор" в областта на математиката.

Актуалност на дисертационния труд

В природата се наблюдават много явления, които имат сложна структура и се състоят от прости динамични единици с трудно предсказуемо поведение. Невронната мрежа е модел за обработка на информация, вдъхновен от изучаването на биологичните процеси в мозъка на човека и животните, образувани от неврони и техните синапси. Математическият аналог на биологичната невронна мрежа представлява множеството от взаимно свързани прости изчислителни елементи (неврони). В тази връзка особена актуалност има идеята за използване на решетка от нелинейни динамични вериги, взаимосвързани помежду си, с цел да се получи достатъчно информация в реално време. Тази идея дава нови възможности за ефективно решаване на бавни във времето задачи. Особено актуална е задачата за разпознаване и обработка на образи, която може да бъде сведена до решаване на нелинейни частни диференциални уравнения. В тази проблематика важно приложение намират Клетъчно Невронните Мрежи (КНМ). В дисертационния труд е поставен акцент върху метода на локална активност и неговото приложение за изследване на динамичното поведение на нелинейни клетъчно невронни мрежи. В последните години този метод предизвиква специален изследователски интерес. Той дава възможност посредством строги математически формулировки да се намери областта на клетъчните параметри, в която съответната КНМ може да прояви сложно динамично поведение.

Характеристика и оценка на дисертационния труд

Представеният труд е написан на 88 стр. стандартен текст. Структуриран е в увод; 4 глави; заключение; списък с публикациите по темата на дисертацията и библиография, в която са цитирани 82 заглавия, всички на английски език; справка за научните приноси. Отделно в текста резултатите са визуализирани на 27 фигури.

Основната цел на дисертацията е да се изследва динамиката на нелинейни КНМ. За постигане на целта са приложени два метода. Най-напред чрез метода на локалната активност е намерено подмножество на множеството от клетъчни параметри, в което се наблюдава сложно динамично поведение на КНМ, наречено ръб на хаоса. В последната глава на дисертацията е изследвана динамиката на КНМ чрез метода на хармоничния баланс. Разглеждат се нелинейни частни диференциални уравнения, които се апроксимират върху архитектурата на КНМ на реакция-дифузия. Показано е, че получените решения притежават четири основни свойства: непрекъснати по времето; непрекъснати и ограничени по стойности; непрекъснати по взаимодействиещи параметри и дискретни в пространството.

В глава 1 са разгледани нелинейни КНМ. Въведени са основни понятия и дефиниции, представена е архитектура на КНМ, разгледани са основни уравнения, доказани са твърдения, свързани динамичния обхват на КНМ, който е особено важен за осигуряване на устойчивостта им и за редица техни приложения, като обработка на образи, провеждане на информацията и др. В края на главата е представен детерминиращ модел, който има същите поточни свойства в своето пространство, както стохастичният модел, известен като рекурентна невронна мрежа на Хопфийлд.

В глава 2 е разгледан метода на локалната активност и са представени приложения за КНМ на реакция-дифузия. Със строги математически формулировки е определена областта на клетъчните параметри, в която КНМ може да прояви сложно динамично поведение. Дефинирана е подобласт на областта на локална активност, наричана ръб на хаоса. Представени са практически тестове за локална активност и пасивност, при които е определена областта на локалната активност. Разработен е алгоритъм за определяне на ръба на хаоса. Изследванията са подкрепени с подходящо избрани примери.

В глава 3 е изучено и явлението хистерезис. Направен е теоретичен анализ на някои математически модели с приложения за обработката на образи. Въведена е хистерезисна КНМ с мемристорни синапси, работеща в режим на релаксационен осцилатор. За този модел е определена областта в параметричното пространство, в която се наблюдава сложно поведение – ръб на хаоса. Представени са две приложения на хистерезисни КНМ с мемристорни синапси – за обработка на изображения и за отстраняване на шумови ефекти. Изследван е и модел на КНМ с динамични синапси на

паметта. За този модел е намерена областта ръб на хаоса и са направени съответни симулации. Представена е дискусия на получените резултати.

В глава 4 се разглеждат задачи, възникващи в нано структурите и се изследват възможностите за моделиране чрез КНМ. Поставени са акценти върху моделиране с КНМ на пиезоелектричен материал; моделиране на частни диференциални уравнения; извеждане на гранична диференциална задача и съответните гранични условия. Граничната задача, която описва изучаваните нано структури е сведена до интегро-диференциално уравнение. Чрез метода на хармоничния баланс е доказано съществуването на периодични решения в получения модел. Направени са симулации и валидация за конкретен пиезоелектричен материал.

Литературната осведоменост на докторантката се основава на класически и най-нови източници. Представеният литературен обзор включва 82 заглавия, всички на английски език. Направеният обзор показва задълбочено познаване на литературата по разглежданата проблематика.

В **резюме** мога да заключа, че представените изследвания показват, че докторантката е овладяла сложни математически постановки, демонстрира високо ниво на владеене на теорията и практиката в областта на Невронните мрежи и в частност КНМ, представила е интересен и полезен анализ на получените резултати, изследванията са подкрепени с умело подбрани примери и симулации.

Преценка на авторската справка

В авторската справка е направено обобщение на извършените изследвания. Формулирани са основните претенции за приноси, разделени в две групи: **научни и научно-приложни**, които приемам като приноси на дисертационния труд. **Научните приноси** са свързани с получаване на математическа формулировка на метода на локалната активност за дискретни системи на реакция-дифузия; формулиране на точни математически условия за определяне на локална активност на клетка в КНМ; разработване на алгоритъм за определяне на подобластта на областта на локална активност, наречена ръб на хаоса; изследване на хистерезисни КНМ с мемристорни синапси; конструиране на модели на КНМ на реакция-дифузия. **Научно-приложните приноси** са свързани с представяне на някои актуални приложения на съставените модели на КНМ; приложения на хистерезисна КНМ за асоциативни и динамични паметни; приложения на модел на КНМ при задача, възникваща в пиезоелектричен материал с нано нехомогенности.

Считам, че приносите са колективно дело на докторантката, с нейна водеща роля под ръководството на научния ѝ ръководител. Определям ги като **оригинални и авторски. Не откривам данни за плагиатство.**

Преценка на автореферата

Авторефератът е в обем от 36 страници. Той включва следните раздели: Актуалност и мотивировка на темата, Цел, предмет, задачи и структура на

дисертацията, Полезност и приложимост на получените резултати, Съдържание на дисертацията, Авторска справка за научните приноси, Публикации по дисертационния труд. Като структура и съдържание авторефератът отговаря на традиционните изисквания към подобен вид разработки.

Апробация на резултатите и публикации по темата на дисертацията

Представени са 7 публикации по темата на дисертационния труд, от които 2 в издания с импакт-фактор, Q2 (индексирани от Web of Science), 2 в издания с импакт-ранг (индексирани от Scopus) и 2 в издания, индексирани от Zentralblatt fur Mathematik. Всички публикации са на английски език и в съавторство с научни ръководител.

Представянето на получените резултати пред научната общност е убедително и съответства на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за неговото приложение.

Лични впечатления и критични бележки

Познавам Галина Бобева от няколко години. Имам отлични впечатления за нейната работа като специалист в областта на информатиката и информационните технологии и работата с изявени ученици. Считаю, че има голям потенциал, както за развитие като ръководен кадър в областта на средното образование, така и за научно израстване.

В представените документи липсва информация за изнесени доклади на научни форуми. Оценявам това като технически пропуск.

Заклучение

Представената дисертация отговаря на всички изисквания на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ, ПУРПНСЗАД в БАН и ПУРПНСЗАД в ИМИ. Оценявам високо задълбочените теоретични знания и приносите на автора.

Давам **положителна оценка** на дисертационния труд и убедено предлагам на научното жури да присъди образователната и научна степен "**Доктор**" на **Галина Живкова Бобева** в професионално направление 4.5. Математика, докторска програма **Математическо моделиране и приложение на математиката**.

Подпис на автор на становището:

проф. д-р Велизар Павлов

28.12.2020 г.