

# СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Веселина Господинова Жечева  
Център по информатика и технически науки,  
Бургаски свободен университет

за дисертационен труд  
„УСТОЙЧИВОСТ И УПРАВЛЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ ОТ ДРОБЕН РЕД“  
на докторанта Александър Димитров Иванов,  
по конкурс за присъждане на образователната и научна степен "доктор"  
по професионално направление 4.6. "Информатика и компютърни науки"

**Тематика на дисертационния труд.** Представеният дисертационен труд е посветен на проблем в областта на изследването и анализа на невронни мрежи.

**Методика.** Използван е инструментариум, включващ методи от изкуствения интелект и диференциалното смятан

**Съдържание.** Дисертационният труд е с обем от 158 страници и се състои от увод, 3 глави, заключение, списък на публикациите по дисертационния труд, декларация за оригиналност и списък с използвана литература. Включено е и приложение, което съдържа разработения сорс код.

В **Увода, означен като глава 1**, са формулирани целта и задачите на дисертационния труд. Обоснована е необходимостта от изследването върху определен вид невронни мрежи, поради аналогията с човешкия мозък. **Целта** на дисертационния труд е да представи критерии за устойчивост и управление на модели на невронни мрежи с клетъчна архитектура, чиято динамика се описва с диференциални уравнения от дробен разпределен ред. **Задачите**, формулирани в увода на дисертационния труд, включват идентифициране на отворени проблеми в тематиката на невронните мрежи, анализ на модела клетъчни невронни мрежи от дробен разпределен ред, резултати за съществуване и единственост на решенията на техните диференциални уравнения, програмно осигуряване на математическия апарат чрез авторски кодове на езика Python и анализ на критерии за управление на разглежданата архитектура. Като **допълнителна задача** е проведено кратко експериментално изследване на ефекта от използване на дробни активационни функции в праволинейни невронни архитектури.

**Глава 2, озаглавена „Модели на изкуствени невронни мрежи“**, съдържа въведение и дефиниции в теорията на невронните мрежи. В нея са разгледани различни видове и парадигми за невронни мрежи, направена е историческа справка в областта. Разгледани са структурата и основните положения, свързани с различните видове невронни мрежи. Изследвани са тенденциите в публикации, индексирани водещи научни бази от данни, свързани с ключови термини в разглежданата област от 2000 до 2015 г. Разгледани са публикациите в научните издания с насоченост компютърни науки и е наблюдаван ръст на публикациите в областта от 2010 до 2015 г. Направен е изводът, че всички ключови фрази бележат значителен ръст по брой публикации, включително ръст на относителния дял на публикациите в областта на невронните мрежи, които са тема с непрекъснато растяща популярност.

В **Глава 3 Изследване на невронни мрежи от дробен и разпределен ред** е описан математическият инструментариум на диференциалните уравнения, основни дефиниции и понятия. Разгледана е теорията на устойчивостта на частните решения на диференциалните уравнения, диференциране от дробен ред, изчертани са графики на дробни логистични функции. Изчислени са стойностите на производните на различни функции от дробен ред при различни стойности на параметъра. Представени са аналитични решения на дробни диференциални уравнения, като е

направена оценка на грешките при прилагане на различните методи. Описана е разработената програмна реализация на инструменти за пресмятания с дробни производни на езика Python. Разгледано е приложението на клетъчните диференциални уравнения за описание на невронни мрежи от дробен и разпределен ред, като е описан математическият апарат и са представени изследвания на устойчивостта им.

В **Глава 4 Обобщение и оценка на резултатите** е дискутирана евентуална електронна хардуерна реализация на модела. Описана е и разработената софтуерна симулация на клетъчни невронни мрежи, като са тествани върху различни задачи за обработка на изображения (извеждане на контури от цветни и черно-бели изображения, засичане на ъгли и диагонали, инверсия на черно-бели изображения). Представени са и насоки за бъдещо развитие на изследваната област.

**Приноси.** Авторът на настоящата рецензия приема дефинираните от докторанта научно-приложни приноси, а именно:

- 1) Анализ на устойчивост на частни решения на диференциални уравнения, описващи клетъчни невронни мрежи
- 2) Анализ на управление на клетъчни невронни мрежи с цел постигане на устойчивост
- 3) Анализ на нов клас невронни активационни функции
- 4) Създаване на програмни инструменти за изчисления от дробен ред на езика Python

Тези приноси надграждат съществуващи анализи и отварят нови насоки за изследване в тази актуална област на невронните изчисления.

**Публикации и участия в научни форуми.** Представени са шест публикации, от които 2 са доклади на конференции в България и 4 са статии в научни списания. Две от публикациите са на английски и 4 на български език. Две от публикациите са индексирани в SCOPUS.

**Списъкът с използвана литература** включва 117 заглавия, от които 112 статии и книги и 5 – интернет ресурси. Библиографията е пълна и актуална, всички източници са на английски език. Дисертацията е оформена прилежно, всички таблици и фигури са номерирани.

Авторефератът е в обем от 83 страници, като правилно отразява съдържанието на дисертацията. Приложението съдържа сорс кода на разработения софтуер.

Представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Правилника за развитие на академичния състав в Бургаския свободен университет.

Във връзка с дисертационния труд могат да се отправят следните **забележки, въпроси и коментари**:

1. С какво диференциалните уравнения от дробен разпределен ред са по-добри от тези с цял? В каква област са по-полезни?
2. В глава 2 би трябвало да има повече цитирания за теорията на невронните мрежи, примерно се споменава модел на Х, а липсва източник, въпреки че като цяло библиографията е достатъчна по обем.
3. Как са намерени решенията на диференциалните уравнения в глава 3?
4. Авторефератът е прекалено дълъг (83 стр.), по-добре би било да е по-кратък по обем, като включва основните елементи на дисертацията.
5. Допуснати са някои грешки и неточности в оформлението, например точка 2.1.4 е прекалено дълга без подточки, което затруднява четенето, както и някои правописни грешки - Стр. 7: неконтролирано, Тоз; Стр. 8: и'; Стр.71 диференциалност; Стр,112 стандарт, най-използваните; Стр.114 - функция и др.; На стр. 38 е употребен неточен превод – пробабилистична вместо вероятностна.

6. Източници [29] и [32] са от Уикипедия. Макар че цитират софтуер в областта, по-добре би било да се посочат официалните сайтове на софтуера

### Заклучение

Направените по-горе забележки и коментари нямат за цел да омаловажат работата, която представлява сериозно и пълно изследване в областта на диференциалните уравнения и невронните мрежи. Въз основа на изложеното по-горе считам, че кандидатът Александър Димитров Иванов 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 и заемане на академични длъжности в Бургаския свободен университет и предлагам да бъде допуснат до защита за присъждане на образователната и научна степен "доктор", професионално направление 4.6. "Информатика и компютърни науки".

Подпис:

/доц. д-р В.Жечева/

Бургас  
24.02.2022 г.