

# РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Даниела Ананиева Орозова,

Бургаски свободен университет

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“,

област на висше образование: *4. Природни науки, математика и информатика;*

професионално направление: *4.6. Информатика и компютърни науки*

докторска програма: *Информатика*

**Автор:** *Александър Димитров Иванов*

**Тема:** *„Устойчивост и управление на невронни мрежи от дробен ред“*

**Научни ръководители:** *доц. д-р Пенка Георгиева и доц. д-мн Иванка Стамова*

## 1. Общо описание на представените материали

Със заповед № УМО-82 от 04.02.2022 г. на проф. д-рн Галя Христозова – ректор на БСУ съм определена за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема *„Устойчивост и управление на невронни мрежи от дробен ред“* за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование *4. Природни науки, математика и информатика;* професионално направление *4.6. Информатика и компютърни науки;* докторска програма *Информатика*. Автор на дисертационния труд е *Александър Димитров Иванов* – редовен докторант към Центъра по информатика и технически науки, ОП „Информатика и компютърни науки“, с научни ръководители доц. д-р Пенка Георгиева, Бургаски свободен университет и доц. д-мн Иванка Стамова.

Представеният ми комплект материали е в съответствие с Правилника за развитие на академичния състав на Бургаския свободен университет и включва следните документи: молба до декана за откриване на процедура; творческа автобиография по европейски формат; автореферат; списък на публикациите по темата на дисертационния труд; дисертационен труд; декларация за съответствието на труда с изискванията на чл.6 ал.3 от ЗСАСРБ с конкретно посочване на приносните моменти.

## 2. Кратки биографични данни за докторанта

Александър Димитров Иванов завършва Бургаския свободен университет през 2010 год. като бакалавър, а през 2013 год. придобива магистърска степен по специалност мултимедийни

технологии. От 2016 год. е докторант в редовна форма на обучение към Центъра по информатика и технически науки. През 2017 год. работи по националната програма „Обучение за ИТ кариера“ към МОН, гр. Сливен, от 09. 2018 до 02. 2020 год. е учител в гимназия по програмиране и иновации, гр. Бургас, а от 09. 2020 год. е учител в профилирана природо-математическа гимназия „Н. Обрешков“, гр. Бургас.

### **3. Актуалност на тематиката и познаване на проблема**

Безспорно, търсенето на специализирани решения в областта на невронните мрежи е тематика с висока актуалност в последните години. Изследването включва: идентифициране на отворени проблеми в тематиката на невронните мрежи, анализ на модела клетъчни невронни мрежи от дробен разпределен ред, изследване за съществуване и единственост на решенията на техните диференциални уравнения, програмно осигуряване на математическия апарат чрез езика Python, анализ на критерии за управление на разглежданата архитектура.

Направената литературна справка във глава 2.3 относно публикациите в научните бази (Science Direct, Scopus, Mendeley и др.), свързани с невронни мрежи и машинно обучение ясно показва интереса към невронните мрежи в съвременната наука. Анализът на актуалното състояние в областта, направен във втората глава, големият брой проучени литературни източници (библиографията съдържа 117 източника), както и направените изводи ми дават основание да заключа, че докторантът познава проблема, изследван в дисертацията.

### **4. Характеристика и оценка на дисертационния труд**

Дисертационният труд на **Александър Димитров Иванов** на тема „Устойчивост и управление на невронни мрежи от дробен ред“ е в обем от 158 страници и се състои от пет глави, библиография и приложение.

**Целта** на дисертационния труд, съгласно написаното на страница 3 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.“ В хода на научното изследване се разглежда относително новата концепция за разпределен дробен ред в контекста на невронната динамика, както и някои допълнителни теми като дробни активационни функции в изкуствените невронни мрежи.

Като се следва целта, в текста са представени пет глави, като първата е увод, а петата глава е заключение.

В първа глава се прави въведение в проблематиката и се дефинира целта на дисертационния труд, (главата се състои от две подточки, в обем от 2 страници).

Втората глава „*Модели на изкуствени невронни мрежи*” (изградена от три подточки, в обем от 67 страници) запознава с основните понятия и дефиниции в областта на изкуствените невронни мрежи. Маркират се основни характеристики на съществуващи парадигми за моделиране на изкуствени невронни мрежи и тяхната еволюция през годините.

В трета глава „*Изследване на невронни мрежи от дробен и разпределен ред*” (изградена от шест подточки и съответни подточки, в обем от 60 страници) се описват основните понятия в диференциалното смятане, представят се дефиниции, формули, графични анализи, числени методи и разяснения при диференциране с дробни производни и диференциални уравнения от дробен и разпределен ред. Реализирани са пет програмни инструмента за пресмятания с дробни производни чрез програмният език Python. Представя се възможността за описание на невронни архитектури чрез диференциални уравнения. Въвежда се модел на клетъчна невронна мрежа и се анализира математически за устойчивост, извеждат се критерии за устойчивост и управление. Устойчивостта е необходима на този вид мрежи, за да гарантира тяхната използваемост в практиката, което определя и важноста на постигнатите в дисертацията резултати.

В четвърта глава „*Обобщение и оценка на резултатите*” (в три подточки, в обем от 4 страници) е представена концепция за реализируемост на модела като електронна платка и са представени резултати от софтуерни симулации на клетъчни невронни мрежи.

В глава пета „*Заклучение*“ е направено обобщение на резултатите. Приложена е декларация за авторство на резултатите и списък на публикациите по темата на дисертационния труд.

Библиографията се състои от 116 източника на английски език и 1 на български език. В приложение А е даден програмния код на пет програми, реализирани на езика Python.

Несъмнено дисертацията има много достойнства и приноси, които имат основно научно-приложен характер. Съгласна съм с представените от докторанта на стр. 137 приноси:

- Направен е анализ на устойчивост на частни решения на диференциални уравнения, описващи клетъчни невронни мрежи.
- Извършено е изследване на управлението на клетъчни невронни мрежи, с цел постигане на устойчивост.
- Изследван е нов клас невронни активационни функции.

- Създадени са програмни инструменти за изчисления от дробен ред със средствата на езика Python.

Текстът на дисертационния труд е подходящо оформен с диаграми, фигури и примери, което подобрява четимостта и разбираемостта на работата. Стилът е ясен и точен.

## **5. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

За участието си в процедурата за получаване на образователната и научна степен „доктор“ докторантът Александър Димитров Иванов е представил **6 публикации**:

- 1 статия в списание с IF1.796. Q2 и SJR 0.46;
- 2 доклада, публикувани в трудове на реферирани конференции;
- 2 публикации в Годишника на БСУ;
- 1 публикация в списание на БСУ.

Три от публикациите са на български език, останалите три са на английски език, три от публикациите са самостоятелни.

Публикувани са резултати от всички етапи на изследването, представено в дисертацията. Убедена съм, че представените резултати са негово лично дело. **Изпълнени са минималните национални изисквания за „доктор“ по професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки.**

## **6. Автореферат**

Авторефератът в обем от 81 страници, отговаря на изискванията за пълно отразяване на дисертацията.

## **7. Въпроси и препоръки**

Към докторанта имам следните два въпроса:

1. В хода на настоящото изследване от автора са реализирани няколко програмни модула на Python за изчисляване на производни от дробен и разпределен ред и за числено решаване на задачата на Коши за уравнения от дробен ред. Какви са мотивите на докторанта за създаване на точно тези 5 програмни модула, представени в глава 3.4? Правен ли е сравнителен анализ, който да показва липсата на такъв софтуер в стандартните и достъпни библиотеки?
2. Разяснете по-подробно идеите за бъдещо развитие на разглеждания модел (загатнати накратко на стр. 135 от дисертационния труд). Какви са очакваните предимства на

мрежа от разглеждания вид при моделиране на явления от реалността, чиято същност е с динамика от разпределен ред?

Препоръчвам на докторанта да продължи изследванията с разширяване на приложимостта на резултатите от дисертационния труд. Полето за изследване в областта на изкуствения интелект е широко и благодатно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд съдържа научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на Бургаския свободен университет.

Докторантът **Александър Димитров Иванов** притежава задълбочени теоретични познания по специалността „Информатика“ и доказани способности за самостоятелни научни изследвания. Това ми дава убедителни доказателства за **положителна оценка** и предлагам научното жури да присъди образователната и научна степен „**доктор**“ на **Александър Димитров Иванов** в областта на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.6 Информатика и компютърни науки, докторска програма: Информатика.

18. 02.2022 год.

Бургас

Рецензент:

(проф. д-р Даниела Орозова)