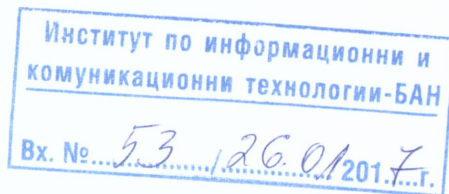


# Рецензия



на дисертационния труд за придобиване на  
образователна и научна степен „доктор“  
по професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“  
научна специалност 01.01.12 „Информатика“  
на Кристина Георгиева Капанова  
на тема „**НОВИ ОПТИМИЗАЦИОННИ СТРАТЕГИИ И ЕВОЛЮЦИОННИ**  
**АРХИТЕКТУРИ ЗА ОБУЧЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ**“  
Рецензент: проф. Стефка Стоянова Фиданова

Утвърдена съм със заповед No 188/27.12.2016 г. на директора на Института по Информационни и Комуникационни Технологии към БАН за член на Научно жури във връзка с процедура за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ по специалност 01.01.12 „Информатика“, професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“ от Кристина Георгиева Капанова с дисертация на тема „**НОВИ ОПТИМИЗАЦИОННИ СТРАТЕГИИ И ЕВОЛЮЦИОННИ АРХИТЕКТУРИ ЗА ОБУЧЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ**“, научни ръководители, проф. д-р Иван Димов и доц. д-р Жан-Мишел Селие.

Като член на Научното жури съм получила:

1. Дисертация за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ по направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“;
2. Автореферат;
3. Професионална биография;
4. Копия от публикациите на автора свързани с дисертацията.

При оценяването на дисертационния труд се вземат под внимание изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане (ППЗ) и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН. Основните норми, които трябва да бъдат спазени са:

1. Съгласно чл. 6(3) от ЗРАСРБ „дисертационният труд трябва да съдържа научни или научно приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката. Дисертационният труд трябва да показва, че кандидатът притежава задълбочени теоретични знания по съответната специалност и способности за самостоятелни научни изследвания“.
2. Според чл. 27(2) от ППЗ дисертационният труд трябва да се представи във вид и обем, съответстващи на специфичните изисквания на първичното звено. Дисертационният труд трябва да съдържа: заглавна страница; съдържание; увод; изложение; заключение – резюме на получените резултати; библиография.

Дисертацията се състои от 6 глави, като глава първа е Увод, а глава 6 е Заключение, библиография, списък на авторските публикации по дисертационния труд, списък на научните форуми, на които са докладвани резултатите включени в дисертацията.

1. **Актуалност на проблема и целесъобразност на поставените цели и задачи**  
Идеята за създаването на изкуствените невронни мрежи идва от работата на човешкия мозък, който може да се разглежда като паралелна нелинейна система за обработка на

информация. Невронната мрежа е система, която може да бъде обучавана. Те имат голямо приложение в различни научни и приложни области. Една такава област е роботиката, където невронните мрежи се използват при манипулацията на обекта, както и при планиране на движенията на робота. Невронни мрежи се прилагат за извличане и обработка на информация от големи бази данни. Използват се и във финансовия и банковия сектор. В медицината невронни мрежи се използват за анализ на ЕЕГ и ЕКГ, на ракови клетки, както и за контрол на организацията и качеството на работа в болниците.

Представения за рецензиране дисертационен труд е насочен към създаване на алгоритъм за обучение на невронни мрежи, който да позволява на мрежата да излиза от локални минимума и седловидни точки. Направен е и анализ на чувствителността на мрежата при наличие на шум в системата, което е от полза при хардуерно изпълнение на невронни мрежи.

На страница 4 от увода са формулирани целите на дисертационния труд:

- създаване на нов обучаващ алгоритъм, който да позволява на мрежата да излиза от евентуални локални минимума и седлови точки по време на оптимизационния процес;
- Прилагане на методи за анализ на чувствителността за изучаване на влиянието на външни шумове върху теглата на мрежата;
- Разработване на алгоритъм, на базата на генетичните алгоритми, за автоматично генериране на архитектури на невронни мрежи.

За постигане на поставените цели са дефинирани следните задачи:

- Създаването на нов оптимизационен алгоритъм, инициализиран след приключване на обучителния процес на невронната мрежа;
- Селектиране и практическо приложение на инструменти за анализ на чувствителността при наличие на шум в невронната мрежа;
- Създаване на нов хибриден еволюционен алгоритъм, с цел автоматизирано изграждане на невронен модел, според определена задача;
- Програмно осъществяване на алгоритмите и инструментите;

## **2. Познаване състоянието на проблема от страна на дисертантката**

Няма съмнение, че дисертантката е навлязла много добре в научната проблематика. Списъкът на цитираните литературни източници е актуален – публикациите от последните 10 години са 41% от общата бройка, като 26.6% са от последните 5. От друга страна в него присъстват и позовавания на по-стари, но основни за областта източници. Общият брой цитирани източници е 180, като всички са на английски език.

Познаването на проблема от страна на дисертантката е много добре илюстрирано от глава 1 на дисертационния труд. Тя представлява въведение в теорията на невронните мрежи. Там е представен подробен литературен преглед на разработките свързани с невронните мрежи и техните приложения.

## **3. Методика на изследването**

Методиката за провеждане на изследването, избрана от дисертантката, произтича от поставената цел и съответства на произтичащите от целта задачи. Тя е напълно адекватна на целта на работата. Авторката използва комбинация от подходи на основата на закони на физиката, статистически анализ и машинно самообучение. Използвани са математически индикатори свързани с анализ на чувствителността при определяне на нивото на шум в системата. Създаден е хибриден метаевристичен алгоритъм за автоматично конструиране на невронни мрежи. Направена е програмна реализация на предложените алгоритми.

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

Дисертацията се състои от шест глави, глава първа е увода а глава шеста е заключение, библиография, списък на авторските публикации по дисертационния труд.

Приложени са таблици и фигури илюстриращи разглежданите задачи и постигнатите резултати.

Дисертацията започва с глава първа, която е увод в предметната област на изследването. Там е дадена мотивация за избор на проблема и обекта на изследването. Направен е кратък преглед на използваните в дисертацията методи. Посочени са целите и задачите на дисертацията.

Глава 2 е въвеждаща в теорията на невронните мрежи и техните приложения. Описани са основните характеристики на невронните мрежи: параметрите на обработващите елементи; типът на входните и изходните стойности; активационните функции; както и топология на мрежата. Най-често срещаните типове активационни функции, които определят изходният сигнал на неврона са функция на единичен скок или прагова функция. Като част от втора глава са описани различни популярни топологии на невронни мрежи, като са представени и илюстрации за дизайна на невронни мрежи. Важна характеристика на невронните мрежи е тяхната архитектура (структура). Посочени са области на приложения като: роботика; обработка на бази от данни с изображения, финансов анализ; планиране, управление и контрол на производствени процеси; в медицината, оптимизиране на медицинските процедури прилагани към конкретен пациент, както и оптимално управление на здравно заведение; в телекомуникациите възможностите на невронните мрежи за обучение служат при планиране на дейности изискващи разписание .

Глава трета е посветена на въпроса за обучението на невронните мрежи и прилагането на след-обучителни стратегии. Направен е преглед на съществуващите алгоритми и стратегии за обучение на невронни мрежи. Обучението на невронните мрежи да се разгледа като оптимизационна задача. Най-често използваният метод в този случай е обратното разпространение. Но при него възникват някои недостатъци, като попадане в локални оптимуми, чувствителност към началните тегла и архитектурата на мрежата. При използването на метаевристични техники, като алтернатива, се избягват някои от посочените недостатъци. Тези методи не са чувствителни към началните данни, но остава проблемът с попадането в локални оптимуми. Дисертантката предлага използването на стратегия за допълнително обучение. Предложеният метод имитира квантов ефект и по този начин се цели подобряване на множеството от теглата, а от там и точността, дори и когато има липса на данни. Тази допълнителна процедура има малка изчислителна тежест. Предложената идея е тествана върху няколко вида тестови функции като: полином от втора степен; квадратен корен от полином; сфера.

В глава 4 е въведен инструмент за анализ на чувствителността за определяне на нивото на шум в мрежата. Изследвано е поведението на невронната мрежа и нейната чувствителност при въвеждане на шум във всички тегла. Целта е да се определи дали шумът може да се използва за подобряване на поведението на мрежата и кога е вреден и действа като източник на колебания в мрежата. Т. е. какви биха били последствията при въвеждане на шум в мрежата при различни ситуации.

В глава 5 е предложен нов метод, на основата на еволюционните алгоритми, за автоматично оптимизиране на архитектурата на невронна мрежа. Една от целите е да се предложи невронна мрежа с по-добро поведение с използването на по-малко компютърни ресурси. Друга цел е да се покаже, че така с предложения алгоритъм невронната мрежа е способна да даде изход с минимално или без никакво нагаждане. Дадени са няколко примера с разнообразен брой скрити нива и неврони.

Глава 6 представлява заключение и обобщение на получените резултати, както и направления за бъдещо развитие на представената тематика. Тук са описани приносите на дисертантката. Резултатите от дисертацията са публикувани в три статии. И трите са в списания с висок импакт фактор, повече от 1. Резултатите са докладвани на три международни конференции проведени у нас и в чужбина, както и на деокторантски форум проведен у нас, след което са публикувани в престижни списания.

## **5. Значимост на разработката за науката и практиката**

Извършената от дисертантката работа е достатъчна по обем и задълбоченост на изследването. Показана е възможност за практическа реализация. В този смисъл намирам работата за значима както в научно, така и в практическо отношение.

#### **6. Преценка на публикациите по дисертацията**

Дисертантката е представила три публикации свързани с дисертацията. И трите публикации са в списания с висок импакт фактор, между 1.49 и 2.39, с което надхвърля минималните изисквания на закона и правилника за прилагането му. Публикации в такива издания са гаранция за високото качество на получените резултати.

#### **7. Лично участие на докторанта**

И трите публикации на дисертантката са в съавторство като тя е първи автор. За това приемам, че тя има съществено участие в постигане на резултатите.

#### **8. Автореферат**

Като цяло, авторефератът правилно отразява съдържанието на дисертацията.

#### **9. Критични бележки**

Дисертацията е добре написана и лесна за четене и разбиране. Имам някои критични бележки, които са предимно от технически характер.

На страница 31 във формула (3.4) има правописна грешка. Вместо  $\ln$  (натурален логаритъм) е написано  $lm$ .

В глава 3 твърде подробно е описан методът на мравките. Тъй като той не се използва след това, достатъчно е само да се спомене, че има такъв метод.

Има леко нарушаване на баланса между представяне на резултатите на други автори и тези на дисертантката. По-добре щеше да е ако дисертантката беше представила по-подробно нейните резултати.

#### **10. Лични впечатления**

Познавам дисертантката от няколко години. Тя участва в два проекта към фонда за научни изследвания на които съм отговорник. Тя е изключително трудолюбива и отзивчива, готова винаги да помогне със знанията и уменията си.

#### **11. Заключение**

Като следствие на изложеното по-горе, може да се констатира, че са изпълнени всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане (ППЗ) и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН. Мога да заявя, че нивото на тази дисертация и публикациите свързани с нея значително надхвърля минималните изискванията.

Посочените от мен критични бележки не намаляват значимостта на получените резултати и научната стойност на предоставения ми труд.

Всичко това ми дава основание за положителна оценка и предлагам на почитаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“ на Кристина Георгиева Капанова.

26.01.2017 год.  
гр. София

