

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за образователната и научна степен "доктор"  
по научна специалност: Информатика  
от **Кристина Георгиева Капанова**  
на тема "Нови оптимизационни стратегии и еволюционни архитектури за  
обучение на невронни мрежи"

Рецензент: акад. Иван Петков Попчев

На основание чл. 30, ал. 3 от Правилника за прилагане на Закона за развитие на академичния състав в Република България и решение на Научния съвет на ИИКТ (протокол No. 14/13.12.2016 г.) във връзка с процедурата за придобиване на образователната и научна степен "доктор" по професионално направление 4.6 "Информатика и компютърни науки" докторска програма "Информатика" от Кристина Георгиева Капанова с дисертация на тема "Нови оптимизационни стратегии и еволюционни архитектури за обучение на невронни мрежи" със заповед No. 188/27.12.2016 г. на директора на ИИКТ – БАН чл.-кор. Св. Маргенов съм утвърден за член на Научното жури.

На заседанието от 29.12.2016 г. на Научното жури съм избран за рецензент.

Като член на Научното жури на 29.12.2016 г. съм получил:

1. Заповед No. 188/27.12.2016 г. на директор: чл.-кор. Св. Маргенов.
2. Дисертационен труд на английски език.
3. Автореферат "Нови оптимизационни стратегии и еволюционни архитектури за обучение на невронни мрежи" на български език.
4. CD

При оценката на дисертационния труд, определящи са изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за неговото прилагане (ППЗ), Правилника за условията и реда на придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН. Поради това те ще бъдат точно предадени:

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;**

## **заклучение – резюме на получените резултати с декларация за оригиналност; библиография.**

В Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИИКТ – БАН глава втора са съответните изисквания:

Чл. 3. С цел гарантиране на високо научно равнище на академичния състав в ИИКТ се въвеждат следните изисквания:

1. За придобиване на образователната и научна степен “доктор”:

1.1. Дисертацията на кандидата трябва да е базирана на поне три научни публикации, поне една от които да е в списания с импакт фактор или в специализирано международно издание.

Дисертационният труд е обсъден и допуснат до защита на разширено заседание на секция “Паралелни алгоритми” на ИИКТ – БАН състояло се на 15 ноември 2016 г.

Дисертационният труд е разработен с научни консултанти: проф. д-р Иван Димов и д-р Жан Мишел Селие и съдържа 109 номерирани страници текст, 29 фигури, 5 таблици, 6 глави и библиография от 180 заглавия.

При рецензирането има особеност, която се състои в това, че дисертацията е на английски език, а рецензията трябва да е на български език и това води до някои съществени несъответствия при превода на понятия, а на места и до смисъла. Целесъобразно е при такава ситуация да се допусне от ръководството на Института рецензиите и становищата също да са на английски език.

Дисертантката Кристина Георгиева Капанова е представила диплома за образователно-квалификационни степен “магистър” по Management, Technology Management, издадена на 09.05.2012 г. от Щатския университет Бриджуотър, общност на Масачузетс. С удостоверение No. 710/07.11.2016 г., подписано от чл.-кор. Св. Маргенов се удостоверява, че Кристина Георгиева Капанова – докторант на самостоятелна подготовка към ИИКТ – БАН е положила успешно 6 изпита от индивидуалния план за обучение (докторски минимум).

На стр. 4 е представена в три точки **целта на дисертационния труд**, която обобщено и накратко може да се представи така:

- \* Създаване на алгоритъм за обучение, който след като веднъж е използван позволява на мрежата да излиза от локален минимум или седлови точки, попаднали през оптимизационния процес;
- \* Предложение на индикатори за анализ на чувствителността за изучаване на смущаването на теглата в мрежата, засегнати от шум в системата;
- \* Развитие и приложение на автоматична еволюционна архитектура на невронна мрежа чрез хибриден генетичен алгоритъм.



За **достигане на целта** на конструирани на стр. 5 следните **четири задачи**:

1. Създаване на оптимизационен алгоритъм, инициализиран след приключване на обучителния процес в мрежата.
2. Селектиране и практическо приложение на три инструменти за анализ на чувствителността при наличие на нива от шум в системата в реално време.
3. Създаване на хибриден еволюционен алгоритъм за автоматичен избор на архитектура на невронна мрежа, според специфичната задача.
4. Програмно реализиране на C на архитектура на невронната мрежа, която включва разработените алгоритми.

Като се следва целта и конструираниите четири задачи в дисертацията последователно са изложени:

- \* **Introduction** (Chapter 1, 1-6);
- \* **The Theory of Neural Networks** (Chapter 2, 7-26);
- \* **The Problem of Neural Network Training and Implementation of a Post-Learning Strategy** (Chapter 3, 27-60);
- \* **Sensitivity Analysis in Neural Networks** (Chapter 4, 61-70);
- \* **Evolutionary ANN Architecture** (Chapter 5, 71-88);
- \* **Conclusions and Future Work** (Chapter 6, 89-90);
- \* **Bibliography** (91-105);
- \* List of Figures (107-108);
- \* List of Tables (109).
- \* Colophon.
- \* Declaration, Sofia. November 15, 2016.
- \* Contribution.
- \* Appendix.

Библиографията се състои от 180 заглавия всички на английски език. Включени са статии от последните години в авторитетни международни списания като: Neural Networks, Neurocomputing, Soft Computing, IEEE Systems, Man and Cybernetics, Neural Computing and Applications, Nature Neuroscience, Journal of Applied Biomedicine, Science и т.н., което е съществено доказателство за актуалност и перспективност на дискутираната в дисертацията проблематика.

**Приносите в дисертацията с научно – приложен характер** могат накратко да се представят така:

1. Като се следват квантовите аспекти на Frederich Beck and John C. Eccles (Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness, 1994) е предложен пост-обучителен с учител алгоритъм изкуствената невронна мрежа да не попада в локални минимума или седлови точки. Пост-обучителният алгоритъм стартира след приключване на обучителния процес.
2. Въведен е математически инструмент за количествен измерване на влиянието на шума в синаптичните тегла върху качеството на работа на мрежата.

3. Предложен е хибриден генетичен алгоритъм за автоматична еволюция на невронни мрежови архитектури. Представени са числени експерименти.

**Приложенията приноси** са в създадения софтуер на есика C (Appendix) за обучителния алгоритъм и за еволюционния алгоритъм за автоматична мрежова архитектура.

**По дисертацията има 3 публикации**, в списания с IF както следва:

Soft Computing (2015) IF 1.63;

Neurocomputing (2016) IF 2.392;

Neural Computing and Applications (2016) IF 1.492.

**Всички публикации са на английски език и са в съавторство с научните консултанти.** Публикацията в Neurocomputing е приета за печат според потвърждение от 22.10.2016 от editor in chief Zidong Wang.

Не са представени цитирания. Изследванията по дисертацията са частични подпомогнати от фонд "Научни изследвания" по проект BNSF 102/20 (vii). В публикации също е отбелязано за частично подпомагане по проект ЕС AComIn (Fp7-REGPOT-20122013-1), проект DFNI 102/20, проект DFNP-176-A1 и fellowship grant от Световната федерация на учените.

**Изпълнени са изискванията на чл. 3.1.1 от Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ – БАН.**

Част от резултатите по дисертационния труд са представени на конференции с Созопол 2015, Линц 2015 и Дъблин 2015. На докторантския форум в Центъра за обучение – БАН през 2016 презентацията за хибридни еволюционен алгоритъм и числените експерименти е отличена с награда.

#### **Критични бележки:**

1. Публикациите по дисертацията не са включени в библиографията, а се намират на стр. 3-4 в автореферата и на стр. 90 в дисертацията.
2. Не е изпълнена т. 6 от глава четвърта в Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ – БАН, където за защита на "доктор" е записано резюме на автореферата на английски език (не по-малко от 10 страници) (в сила от 01.10.2013 г.).
3. В библиографията има непълноти. Например няма за нито един източник отбелязан ISSN или ISBN. В източник [75] е допусната грешка. Полезно би било да намерят място в библиографията автори на кирилица както и български източници.
4. При формулиране на целта, задачите и резултатите има съществени разлики и несъответствия: "оптимизационни стратегии" е в заглавието на автореферата т.3.3 е Post-learning strategy" (стр. 47); в objectives and tasks: "post-learning algorithm" (стр. 4), "optimization algorithm" (стр. 5); т. 3.3.1 е Description of the Method (стр. 48), а в автореферата е "Нова



обучителна стратегия” (стр. 11); “post-learning technique” (стр. 89) в conclusion and future work, а в авторската справка са “пост-обучителен модел” (стр. 25) и “пост-обучителен алгоритъм” (стр. 27).

5. Аналогични съществени разлики и несъответствия могат да се изброят и в следващите ключови думи на заглавието, задачите и резултатите: “еволюционни архитектури за обучение на невронни мрежи” е в заглавието на автореферата; в objectives and tasks “automatic evolutionary architecture of neural network through a hybrid genetic algorithms” (стр. 4), “hybrid evolutionary algorithm” (стр. 5); “хибриден метаевристичен алгоритъм” (стр. 3) в автореферата; “hybrid genetic algorithm for the automatic evolution of neural network architectures, this method...” (стр. 89) в conclusion and future work .
6. Тъй като изследванията в дисертацията са повлияни силно от квантовата механика би било полезно да се маркира кратко какви ограничения и ползи внася квантовия подход в сравнение с останалите подходи.

#### **Въпроси по дисертационния труд:**

1. Какво точно е получения резултат: оптимизационна стратегия, след обучителен алгоритъм, метод, техника или модел?
2. Понататък по отношение на получените резултати може да се продължи със следния въпрос какво точно се защитава: еволюционни архитектури за обучение на невронни мрежи, автоматична еволюционна архитектура на невронна мрежа чрез хибриден генетичен алгоритъм, хибриден еволюционен алгоритъм, хибриден мета евристичен алгоритъм, хибриден генетичен алгоритъм за автоматична еволюция на невронни мрежови архитектури или метод?
3. На стр. 48 се твърди, че “новата стратегия е постигната при относително ниска изчислителна тежест”. Тук има поне два въпроса: как да се разбира “постигната при относително ниска изчислителна тежест” и какво точно трябва да се разбира под “ниска изчислителна тежест”?
4. Как се определя, че вероятността частицата в даден момент  $t$  да бъде открита в дадена точка от устройството се описва от вълновата функция  $[\Phi(r,t)]^2$  по модул?
5. Какво е формалното обяснение на резултатите от числените експерименти (стр. 82), че не всеки път последователно свързаната мрежа осигурява най-добро решение на определена задача и че често автоматично биват отстранени неврони, които съществено намаляват излишни изчислителни ресурси? Защо невроните в изходния слой използват линейна активираща функция?
6. Защо се твърди (стр. 83) условно “ние вярваме (we believe), че еволюционната стратегия на нашия метод достига

оптималните мрежови топологии”? Тази условност внася много неопределеност и освен това къде е този “one method” и къде е описан? Как се доказва оптималността на топологиите? Следващото изречение е, че хибридният алгоритъм може да използва няколко степени на свобода. Получаването от алгоритъма на надеждна мрежова топология (reliable network topology) не е основана на опита на изследователя, но на добре дефинирана еволюционна стратегия (well defined automatic evolutionary strategy)? Това от една страна. От друга страна какво точно значи “надеждна мрежова топология” и “добре дефинирана еволюционна стратегия”? А “надеждната мрежова топология” “оптимална мрежова технология” ли е?

7. Бъдещите изследвания според написаното на стр. 90 се формулират върху квантовите аспекти в дълбочинните архитектури на невронните мрежи. Често изследователи от различни сфери показват, че при дълбочинните невронни мрежи съществени резултати се очакват и в гънковата невронна мрежа (convolutional neural network), в рекурсивните мрежи (recurrent network), в обучението като задача на неизпъкналата оптимизация и да спрем до тук, тъй като полето на изследванията е изключително широко и към него задължително трябва да се добави и необходимия софтуерен инструментариум. Пред всеки успешно защитил има един класически въпрос на прагматичния подход. Какво трябва да избере един млад учен, така че да достигне забележителни резултати за обозримо време и при силно органичени ресурси от един изследовател? Убеден съм от опит, че бърз отговор на такъв въпрос не е полезен и всяко спонтанно съждение вероятно във времето ще бъде коригирано, но желая добро попадение.

**Рецензентът счита, че както критичните бележки, така и въпросите по дисертационния труд могат да индуктират нови изследователски интереси.**

Авторефератът е в обем от 30 страници и 26 литературни източници и представя кратко резултатите на дисертационния труд. Липсва резюме на английски език не по-малко от 10 страници, съгласно Правилника за специфичните условия на ИИКТ – БАН.

### **Заклучение**

Дисертационния труд съдържа резултати, които представляват научно-приложен принос в науката и отговаря на всички изисквания за Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответните правилници на БАН и ИИКТ – БАН.

Давам положително заключение за присъждане на образователната и научна степен “доктор” на Кристина Георгиев Капанова.

Предлагам Научното жури единодушно да гласува на Кристина Георгиев Капанова да се присъди образователната и научна степен “доктор” по докторантска програма “Информатика” професионално направление 4.6 “Информатика и компютърни науки”.

12.01.2017 г.

