

## СТАНОВИЩЕ

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:

*„Neural Networks for Facility Location Problems“*

за придобиване на

образователна и научна степен „доктор“

от

кандидат: **Владислав Валериев Харалампиев**

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

професионално направление: **4.6. Информатика и компютърни науки**

докторска програма: **„Компютърни науки – Алгоритми и сложност“**,

катедра: **Математическа Логика и Приложенията ѝ,**

**Факултет по математика и информатика (ФМИ),**

**Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ),**

Становището е изготвено от доцент доктор Минко Маринов Марков – преподавател във ФМИ, СУ „Свети Климент Охридски“, в качеството ми на член на научното жури, съгласно Заповед № РД-38-292 / 02.07.2021 г. на Ректора на Софийския университет.

### **1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали**

Представеният от Владислав Харалампиев дисертационен труд е на английски език. Той съдържа 180 страници. Състои се от увод, четири глави „Metaheuristics for combinatorial optimization“, „Competition-Based Neural Networks (CBNNs)“, „Analysis of CBNNs“ и „Applications of CBNNs“, заключение, два апендикса и библиография. Библиографията съдържа 107 заглавия.

### **2. Данни и лични впечатления за кандидата**

От ученик Владислав Харалампиев проявява силен интерес към математиката и компютърните науки. Той е бивш национален състезател в олимпиадите по Информатика. Аз го познавам от есента на 2011 г., когато той беше първокурсник във ФМИ, специалност Компютърни науки, а аз му бях преподавател по Дискретни

структури. Той беше най-силният студент в потока и беше „звезда“ във всяка учебна дисциплина в бакалавърското обучение. След завършването на бакалавърското обучение той изкара магистърската програма по изкуствен интелект към ФМИ и след това записа докторантура в докторската програма „Алгоритми и сложност“ във ФМИ, като аз му бях научен ръководител. По време на цялото си обучение той се разви и израстна професионално невероятно много, като по време на докторантурата си неколkokратно участва в научни проекти по алгоритми по ФНИ-СУ, а през летата изкара няколко стажа във фирмата Google в Калифорния, където се разработваше софтуер, прилагащ изкуствен интелект и машинно обучение в обработката на естествени езици.

Основният научен интерес на Владислав Харалампиев е новата област на приложения на невронни мрежи за решаване на задачи, които традиционната, символно базирана информатика смята за практически нерешими. Аз познавам работата на Владислав Харалампиев много добре.

### **3. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в представения дисертационен труд и публикациите към него, включени по процедурата**

Основното научно достижение в докторската работа на Владислав Харалампиев е въвеждането на нов вид невронни мрежи, наречени от него Competition-Based Neural Networks (CBNNs), и успешното им прилагане за решаване на примери на оптимизационни задачи от областта на Facility Location. Изборът на Facility Location Problems като област на прилагане е интересен и оригинален, но не е най-същественото нещо; най-същественото е разработване на новия вид невронни мрежи и успешното му прилагане при приблизително решаване на задачи от класа **NP-hard**. Под „успешно прилагане“ имам предвид постигане на силно нетривиални резултати; задачата дали  $P = NP$  си остава нерешена.

CBNNs са описани подробно в Глава 3 на дисертацията. Най-общо казано, такава мрежа има фиксиран брой изчислителни агенти, всеки от които е в точно едно от две състояния, като множеството от тези агенти е разбито на групи. Ако направим аналогия с реалния свят, тези групи съответстват на някакви организации, като агентите в дадена организация се състезават помежду си, но агенти от различни организации не се състезават. Въвежда се някаква недетерминираност, наречена „късмет“, и има

понятие „температура“ на системата, контролираща късмета. Пример на дадена оптимизационна задача може да се кодира в булеви променливи, които отговарят на това, че агентите имат две възможни състояния. Веднъж инициализирана, тази система се развива по определени правила, като булеви вектор от променливите описва траектория в някакво фазово пространство с тенденция да „намира“ добри максимуми или минимуми, в зависимост от задачата.

Както се посочва в дисертацията на стр. 24, идеята да се използват невронни мрежи за решаване на оптимизационни задачи не е нова, а е поне от 80-те години на XX век. Широко разпространено мнение обаче е, че невронните мрежи не са подходящи евристики за задачи от класа **NP-hard**, а генетичните алгоритми или алгоритмите, изградени върху идеята на simulated annealing, дават по-добри решения. Предложените от Владислав Харалампиев мрежи и резултатите, получени от тяхното прилагане върху конкретни примери, са силен аргумент за обратното – невронните мрежи може да се ползват с успех като евристики при търсене на прилични решения на **NP-hard** оптимизационни задачи.

Задачите от класа **NP-hard**, върху примери на които докторантът е приложил своите невронни мрежи, са P-MINISUM, още известен като P-MEDIAN, P-HUB, P-DEFENSE-SUM, MAXIMUM COVERING LOCATION и FLOW INTERCEPTING FACILITY LOCATION. Резултатите от изчисленията са представени подробно в Глава 5 на дисертацията. Заслужава да се отбележи, че невронните мрежи CBNN, предложени от докторанта, превъзхождат, върху тези примери, невронните мрежи Hopfield networks и Boltzmann machines.

#### 4. Аprobация на резултатите

Основният резултат на докторанта—въвеждането на нов вид невронни мрежи и използването им за решаване на задачи за разполагания—е представен на научната общност в статиите “Neural network approaches for a facility location problem” и “Theoretical Justification of a Neural Network Approach to Combinatorial Optimization”, които са съответно заглавия [42] и [44] в библиографията. В библиографията на дисертацията е посочен още един научен труд на докторанта, а именно “Single facility location problems in k-trees”, който предхожда използването на невронни мрежи и представя ефикасни решения на задачи за разполагане върху ограничен вид графи, наречени k-дървета.

Научните трудове отговарят на минималните национални изисквания по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ и съответно на допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в научната област и професионално направление на процедурата. Представените от кандидата резултати в дисертационния труд и научни трудове към него не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност. Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представения дисертационен труд и научни трудове по тази процедура.

## **5. Качества на автореферата**

Авторефератът е в две копия: едното на английски език, също като дисертационния труд, а другото е на български. Авторефератът отговаря на изискванията за изготвянето му. Той представя коректно резултатите и съдържанието на дисертационния труд.

## **6. Критични бележки и препоръки**

Аз съм изключително впечатлен от дисертационния труд на Владислав Харалампиев и имам съвсем малко, незначителни забележки. Мисля, че не е акцентирал достатъчно върху приликите и разликите между неговите невронни мрежи (CBNNs), от една страна, и преждесъществуващите Hopfield networks и Boltzmann machines, от друга страна. Мисля, че в текста относно използването на невронни мрежи за изчисления в Подглава 2.3 е можело да се направи по-обширно представяне и разсъждение върху този изчислителен модел, толкова различен от стандартните, базирани на символни манипулации изчислителни модели.

Тези критични забележки по никакъв начин не намаляват общата ми много положителна оценка за дисертацията на Владислав Харалампиев.

## **7. Заключение**

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и придружаващите го научни трудове и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят

на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“/научна степен „доктор на науките“ в научната област

**4. Природни науки, математика и информатика** и професионално направление

**4.6. Информатика и компютърни науки.** В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди на **Владислав Валериев Харалампиев** образователна и научна степен „доктор“ в научна област **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление **4.6. Информатика и компютърни науки.**

30.08.2021 г.

Изготвил становището: доцент доктор

Минко Маринов Марков

(академична длъжност, научна степен, име, фамилия)

**Забележка:**

Становището се изготвя задължително на български и на английски език и е в препоръчителен обем 3 – 4 стандартни печатни страници.

Становището се предава в законоустановения срок на административния секретар по конкурса в електронен вид и в два подписани екземпляра на хартиен носител, запечатани в плик.