

## РЕЦЕНЗИЯ

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:

*„Симулация на течения в порести среди чрез масивно паралелен Многоилов Монте Карло алгоритъм“*

за придобиване на

образователна и научна степен „доктор“

от

докторант: **Николай Георгиев Шегунов,**

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

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

Докторска програма: **„Информационни системи“,**

катедра: **„Компютърна информатика“, Факултет по математика и информатика (ФМИ), Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)**

Рецензията е изготвена от: **професор д-р Тодор Василев Гюров – Институт по информационни и комуникационни технологии при Българската академия на науките**, в качеството на член на научното жури, съгласно Заповед № РД 38-258 /07.06.2021 г. на Ректора на Софийския университет.

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

Представените материали са изготвени в съответствие със Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за приложение на ЗРАСРБ, както и с Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) в СУ “Св. Кл. Охридски“. Те включват: 1) Дисертация на английски език; 2) Автореферат на български и английски език; 3) Копие на диплома за магистърска степен; 4) Копия на отпечатаните научни публикации по

темата на дисертацията; 5) Справка за изпълнение на минималните изисквания; 6) Списък от научни публикации по темата на дисертацията; 7) Декларация от съавторите за приноса на докторанта по една от статиите; 8) Автобиография на български и английски език; 9) Протокол за проверка на оригиналност и Становище във връзка с процедурата за предотвратяване на плагиатство, подписани от научния ръководител; 10) Отчет от софтуерния продукт StrikePlagiarism.com за липса на плагиатство; 11) Декларация на докторанта за оригиналност и липса на плагиатство.

Дисертационният труд на докторанта Николай Шегунов е в обем от 129 страници и включва 6 глави, 3 приложения, описващи списък със съкращенията, използваните изчислителните ресурси, списък от 43 фигури и 20 таблици и библиография от 62 заглавия.

Дисертацията е посветена на разработване, изследване и тестване на масивни многонилови Монте Карло алгоритми за симулиране на течения в порести среди, Математическият модел на течения в порести среди е описан 1) чрез уравнение на Лаплас и 2) чрез стационарно уравнение съдържащо конвекционен, реакционен и дифузионен член.

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

От представената творческа автобиография се вижда, че Николай Шегунов е роден на 15.05.1990 г. в град София. Висшето си образование е завършил в Софийския университет, Факултета по математика и информатика през 2013 година, като бакалавърската степен е по специалността “Информатика”, а магистърска степен е по програмата „Изчислителя математика и математическо моделиране“, защитена през 2015 година. По време на следването си е посетил университета в Карлсруе, Германия, по Европейската програма „Еразъм“ за обмен на студенти. В момента работи във ФМИ-СУ като участва в провеждането на основни курсове по програмиране. Със заповед №РД 20-877/23.06.2020 г. на Ректора на Софийския университет е зачислен за докторант на самостоятелна подготовка във Факултета по математика и информатика с научен ръководител доц. д-р Петър Армянов от катедра “Компютърна информатика“.

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

В **първа глава** докторантът е представил мотивацията за прилагането на многонивов Монте Карло (МК) алгоритъм за задачи, описващи симулиране на течения в порести среди. Подчертал е, че този тип алгоритми успешно се прилага за NP-трудни задачи, какъвто е случаят със симулиране на течения в порести среди. Направил е преглед на различни методи, които се използват в стохастиката за изследване на задачи, описващи явления с неопределености. Описани са съвременните високопроизводителни изчислителни архитектури с разпределена, обща и хибридна памет и са разгледани някои софтуерни продукти и библиотеки, необходими в неговата работа. В края на тази глава е дефинирана основната цел на дисертацията, а именно, да се разработи и изследва паралелна версия на многонивов МК алгоритъм за решаване на две частни диференциални уравнения дефинирани и върху вероятностни пространства и описващи симулацията на течения в порести среди.

Във **втора глава** е описана методологията, която се използва за решаване на разглежданите диференциални уравнения, а именно, дискретизиране чрез метода на крайните обеми, решаването на съответната дискретна задача чрез многонивов МК алгоритъм. Разгледани са различни алгоритми за генериране на случайни извадки, които представляват стойности на случайни величини с определени разпределения. Накрая са въведени две важни характеристики на математическите модели, описващи течения в порести среди - порестост и пропускливост.

В **трета глава** е разгледано моделното уравнение на Лаплас, неговата дискретизация с метода на крайните обеми и е конструиран многонивов МК алгоритъм за решаването му.

В **четвърта глава** на дисертацията е описано решението на моделно диференциално уравнение с конвекционен, реактивен и дифузионен член, като отново дискретизацията е извършена с метода на крайните обеми, а за решаване на дискретната задача е конструиран многонивов МК алгоритъм.

Числените резултати, представени в тези две глави, демонстрират предимствата на многонивовия МК алгоритъм пред класическия МК.

**Глава пет** е посветена на разработването и изследването на паралелния многонивов МК алгоритъм за решаването на двете уравнения. Тук са представени и основните резултати в дисертацията. Конструирана е блок схема на паралелния алгоритъм и подробно са описани няколко паралелни стратегии за реализацията му. Числените резултати получени върху различни високопроизводителни изчислителни ресурси (Приложение 2) демонстрират необходимостта от прилагането на подходяща паралелна стратегия в зависимост от задачата и използваната компютърна архитектура.

В **шеста глава** са направени обобщения на получените резултати и са определени някои насоки за бъдеще изследвания. Представен е и списъкът на публикациите по дисертационния труд.

В цялост оценявам приносите на докторанта като научно-приложни.

#### **4. Аprobация на резултатите**

Резултатите от дисертационния труд са публикувани в 5 статии, всичките на английски език и всичките са в съавторство. Краткият анализ на тези публикации показва следното:

- 1 публикация е в списание (№ 5, от списъка с публикации в Автореферата).
- 3 публикации са в поредици на Springer (№ 1, 3, 4).
- 1 публикация е в книга от конференция, налична в архив с отворен достъп (№2).
- 5-те публикации са индексирани в Scopus.
- 4 публикации са в издания с SJR индекс и Q2 квантил (№ 1,3,4,5).
- 1 публикация е без SJR индекс.

За публикация №2 е представена Декларация от съавторите, че основният принос е на докторанта Николай Шегунов и е оценен на 80%. За останалите 4 публикации приемам, че всички автори имат равностоен принос.

Наукометричните показатели, сравнени с минималните изисквания за образователна и научна степен „доктор“, съгласно Правилника за прилагане на ЗРАСРБ (стр.27) са както следва: Всички публикации попадат в Група Г7 и събират общо 77.83 точки, при минимални изисквания 30 точки. Всяка публикация в тази група се оценява с 40 точки. За статия №2 докторантът получава 32 точки, защото приносът му е 80%. За останалите статии точките на докторанта се изчисляват като 40 разделим на броя на авторите.

Получните 77.83 точки значително (повече от 2.5 пъти) надвишават минималните изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в научната област и професионално направление на процедурата;

Въз основа на представените материали, рецензентът приема, че няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представения дисертационен труд и научни трудове по тази процедура.

## **5. Качества на автореферата**

Авторефератът, представен на български и на английски език в обем от 40 страници, отразява съдържанието на дисертационния труд и съответства на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Климент Охридски“.

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

Дисертационният труд е сравнително добре балансиран, но би било добре авторските приноси да са по-добре формулирани. Така например, първият научен принос според докторанта е свързан с преглед, обзор и анализ на съществуващите решения на поставените проблеми. Този принос по-скоро е свързан с образователната част на докторанта отколкото с научната. Според мен глава втора е свързана с използваната методология и не е трябвало да е озаглавена „Математически модели“. В българския вариант на абстракта има научни термини, които не са преведени правилно от английски.

Тук ще отбележа, че поради различия в хардуерните характеристики на Nvidia Tesla K80 GPUs картата и Intel Xeon E5-2695 v2 процесора е нормално да се получи описаното ускорение в полза на GPU картата. Картата е с изчислителна мощност от 1.87 Tflop/s, докато описания процесор е с мощност около 150 Gflop/s. Освен това връзката между GPU ядрата е 480 Gbps, а между CPU ядрата е 59.7 Gbps. Препоръката ми тук е да се изледва енергийната ефективност когато се използват GPU и CPU ядра. Препоръчвам на докторанта да бъде по-стегнат в изказа си при следващи описания на научни резултати.

## 7. Заключение

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и придружаващите го публикации 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 на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) в СУ за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в научната област: **4. Природни науки, математика и информатика** , професионално направление: **4.6. Информатика и компютърни науки.**

В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление, дори ги превишава и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди на **Николай Георгиев Шегунов** образователната и научна степен „доктор“ в научна област: **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление: **4.6. Информатика и компютърни науки.**

15.08. 2021. г.

Изготвил рецензията: .....

(професор д-р Тодор Гюров)