

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурса за заемане на академичната длъжност „професор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност 01.01.13. Математическо моделиране и приложение на математиката (в екологията) обявен в ДВ бр. 49/21.06.2019 г за нуждите на секция „Научни пресмятания“ в ИИКТ – БАН.

Кандидат: Доцент д-р Красимир Тодоров Георгиев, секция „Научни пресмятания“, ИИКТ – БАН, единствен кандидат

Рецензент: Член кореспондент Костадин Ганчев Ганев, НИГГГ - БАН

### 1. Общи данни за кариерното и тематичното развитие на кандидата

Красимир Тодоров Георгиев е роден на 14.04.1953 Г.. През 1978 г. завършва Факултет по математика и механика на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ с квалификация Магистър по математика със специализация по математическо моделиране. В периода 1979 – 1987 работи в Института по водни проблеми (ИВП) на БАН, като последователно заема длъжностите Асистент, Старши асистент, Главен Асистент. В ИВП провежда изследвания в областта на математическото и компютърно моделиране на язовирни стени и разпределение на температурата в тях. Участва във вътрешноведомствени и национални проекти. През 1984 г. получава образователната и научна степен „Доктор“

През 1987 г. преминава на работа в ИИКТ – БАН, където през 1996 г. става доцент.

Основните насоки в творческия път на доц. Георгиев са свързани с изследвания в областта на математическото и компютърно моделиране: Числени методи – дискретизация на частни диференциални уравнения; Числени методи на линейната алгебра – итерационни методи и преубословители; Паралелни числени методи, алгоритми и създаване на софтуер за тяхната реализация върху суперкомпютърни архитектури; Компютърни симулации на конкретни явления и обекти, най-вече в областта на околната среда и др.

Наред с изследователската, доц. Георгиев има и впечатляваща научно-организационна дейност. Бил е ръководител и зам. ръководител на вътрешноведомствени, национални и международни проекти; бил е на ръководна

работа в ИИКТ – БАН и неговите предходещи институти, вкл. два мандата „зам. директор“, председател на ОС на учените в ИИКТ, председател на атестационната комисия, член на ОС на БАН; член на Експертна комисия по математика и информатика във Фонд „Научни изследвания“, и др.

## **2. Общо описание на представените материали**

### **2.1. Публикации и доклади в пълен текст**

Кандидатът е представил списък на всичките си публикации и отделно списък на публикациите с които се явява на настоящия конкурс. Списъкът с всички публикации включва **84** работи, публикувани в научни списания и **29** статии в книги, сборници от конференции и научни отчети.

Публикациите с които К. Георгиев се явява на настоящия конкурс са общо **51** са в научни списания. От тях **48** са в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация и **3** са в глави от книги.

Общият брой на статиите на доц. Георгиев в списания с IF е **25**, а на статиите в издания със SJR – **28**.

От статиите, с които Красимир Георгиев участва в настоящия конкурс, публикациите в списания с IF са **22** (от тях: **13** в Q1, **3** в Q2, **1** в Q3, **5** в Q4). Броят на статиите в издания със SJR е **25**.

Вижда се, че основния брой публикации в престижни издания са написани след първата хабилитация на доц. Георгиев.

Публикациите с които Красимир Георгиев участва в настоящия конкурс са приложени в пълен текст, както и резюмета от тях на български и английски.

### **2.2. Списък на забелязаните цитирания на публикации и доклади в пълен текст с автор/съавтор доц. д-р Красимир Георгиев.**

Представеният списъкът съдържа **52** цитирания на статии на Красимир Георгиев публикувани в издания, които са реферирани и индексирани в базите данни с научна информация на Web of Science и Scopus. От тях **16** са в статии с IF в Q1.

Цитиранията на работите на доц. д-р К. Георгиев показват, че неговото творчество е добре познато и отразено в научната литература, включително и в престижни реферирани списания.

2.3. Справка за изследователските проекти с участието на доц. д-р Красимир Георгиев.

К. Гроггиев е участвал в **10** международни и **6** национални научни проекта. Ръководил е **4** национални научни проекта и е бил ръководител на българския екип в **5** международни научни проекта.

### **3. Обща характеристика на професионалната дейност**

Както вече беше казано по-горе, професионалната дейност на доц. Георгиев е свързана с изследвания в областта на математическото и компютърно моделиране: Числени методи – дискретизация на частни диференциални уравнения; Числени методи на линейната алгебра – итерационни методи и преубословители; Паралелни числени методи, алгоритми и създаване на софтуер за тяхната реализация върху суперкомпютърни архитектури; Компютърни симулации на конкретни явления и обекти, най-вече в областта на околната среда и др. В професионалната дейност на доц. Георгиев може да се проследи цялата верига - от теоретични изследвания в областта на числените методи, през разработването и развитието на компютърни модели до изучаване на различни реални обекти и процеси със средствата на компютърното моделиране.

### **4. Педагогическа дейност**

Доц. Красимир Георгиев има богата преподавателска дейност:

- 1984 – 1986: хоноруван преподавател в Технически университет, София, където преподаване на студенти по дисциплините: *линейна алгебра и аналитична геометрия, математически анализ и числени методи*
- 1990 – 1991: хоноруван преподавател в ФМИ – СУ „Св. Климент Охридски“, където преподава на студенти по дисциплината числени методи
- 1992 – 1999: хоноруван преподавател и главен асистент, в последствие доцент на половин щат в Югозападен университет, Благоевград, където преподава на студенти по дисциплините: *линейна алгебра и аналитична геометрия, математически анализ числени методи*
- 1999 – 2000: Доцент в Бургаски свободен университет, Бургас, където преподава на студенти по дисциплината числени методи

- 2013 – 2019: хоноруван преподавател и Доцент на половин щат в УниБИТ София, където преподава на студенти по дисциплините: Системи за паралелна обработка на информацията и Високопроизводителни системи и алгоритми

## **5. Анализ на научните и научно-приложните постижения**

Доц. д-р Красимир Георгиев дефинира няколко групи свои научни приноси. Те са изброени по-долу, като е добавена оценка за това към коя категория, по мнението на рецензента, съответния принос следва да бъде отнесен:

(А) Към тази група спадат първите пет заглавия (В4.1 – В4.5) от представения списък с публикации. Те са посветени на изследвания, теоретични и приложни, в областта на проектирането, изследването и използването на изкуствени влажни зони (CW), които са възможно решение на проблема за обработването на битовите отпадъчни води. Направените изследванията се концентрират върху избора на оптимален реакционен модел, който да отчита геотермичните ефекти. Целта е оптимално проектиране на CW, както в екологичен, така и във финансов аспект. Постигнатите резултати, които са публикувани в посочените по-горе статии могат да се структурират в следните глави:

### А.1. Анализ на процеса на пренос на замърсени води в порести среди и отстраняване на замърсители в тях

Направен е детайлен анализ на съществуващи математически и компютърни модели и алгоритми.

### А.2. Числено моделиране и компютърни симулации на процесите по време на транспорта на замърсени води посредством налични експериментални данни. Компютърен код Visual MODFLOW. Тестови симулации.

Създаден е компютърен модел на базата на решаване на обратни задачи чрез който се получават съответни линейни и нелинейни абсорбционни модели за симулация на отстраняването на тоталния фосфор в течения протичащи в хоризонталните подземни влажни зони.

За провеждане на компютърни симулации и експерименти е инсталиран и верифициран компютърния код Visual MODFLOW. За проверка на резултатите от компютърните симулации са използвани експериментални данни от хоризонтални подземни влажни зони, които са били активно наблюдавани в продължение на две години в Ксанти, Гърция.

*Получените резултати могат да бъдат определени като създаване на нови методи на изследване.*

А.3. Анализ на получените от тестовите симулации данни за биохимичното потребление на кислород (BOD) в хоризонтални подземни влажни зони.

Извършени са допълнителни компютърни експерименти с цел определяне на стойностите на параметрите на протичащите процеси, при опростяване на задачата до линейна задача от първи ред за определяне на биохимичното потребление на кислород.

*Получените резултати могат да бъдат определени като създаване на нови методи на изследване и получаване на нови факти.*

А.4. Предварително селектиране на оптимален реакционен модел, който да отчита геотермичните ефекти.

Геотермалните ефекти могат значително да променят действието на хоризонталните изкуствени влажни зони. Разработен е опростен числен модел за симулация на геотермалните ефекти в разглежданите процеси в порести среди. В този опростен модел се решава система от нелинейни частни диференциални уравнения, описващ транспорта на замърсителите и тяхното отстраняване при определени стойности на температурата. Направените компютърни експерименти дават възможност да се изберат оптимални стойности на определени параметри.

*Получените резултати могат да бъдат определени като създаване на нови методи на изследване и получаване на нови факти.*

А.5. Определяне на горна и долна граници на решението за отчитане на несигурността в някои от входните параметри.

Изследвани са случаи на отстраняване на повече от един замърсител в дадена изкуствена влажна зона. Математически тази задача води до решаване на система от нелинейни частни диференциални уравнения. С помощта на компютърния код Visual MODFLOW са определени горните и долни граници на несигурност на някои от входните параметри на системата нелинейни диференциални уравнения.

*Получените резултати могат да бъдат определени като получаване на нови факти.*

Б.1 Математическо и компютърно моделиране на процесите на пренос на замърсители във въздуха. Взаимовръзка между замърсяването на въздуха и

климатичните изменения. Симулации върху различни видове суперкомпютърни архитектури. [1–3, 6, 8 – 11, 13, 14 – 17, 19, 21, 22, 36, 41, 44, 45]

За решаването на задачите за химическия състав на атмосферата се използват големи математически и компютърни модели, в които са отразени максимално подробно всички физически и химически процеси. Използването на такива модели води до решаване на свръхголеми изчислителни задачи, като за ефективното създаване на оптимални стратегии за намаляване на замърсяването на въздуха се налага ансамбли от модели да бъдат изпълнявани няколко пъти върху различни компютри.

Представените в този раздел резултати са плод на дългогодишната работа на автора в отбелязаните области и направления в сътрудничество най-вече с д-р Захари Златев от Националния институт по опазване на околната среда в Роскилде (сега департамент към Университета в Орхус, Дания) по създаването и усъвършенстването на нови версии на Датския Ойлеров модел за пренос на замърсители във въздуха (*UNI-DEM*). В някои от представените работи в сътрудничество и с проф. Иван Димов и д-р Цветан Остромски от ИИКТ-БАН.

Версията на компютърния модел *UNI-DEM* предназначена за използване върху паралелни компютри с обща, разпределена или смесена памет е разработена на основата на метода на разделяне на изчислителната област на подобласти. В болшинството от случаите се използва версия на разделяне на моделната област на ивици успоредни на абцисната ос. Тази версия дава много добри резултати при сравнително малък брой процесори,  $\leq 120$ . Големия брой процесори на съвременните суперкомпютъра е мотив за разработване на нова паралелна версия, при която подобластите са квадрати, т.е. направено е разделяне, както успоредно на абцисната ос, така и успоредно на ординатната ос. За комуникации между процесорите по време на изпълнението на програмата се използва библиотеката *MPI* (Message Passing Interface). Съвместно с И. Димов и Ц. Остромски е разработена и версия на *UNI-DEM*, която е пригодена да работи на компютри с кълъстерна организация, при която във възлите, където паметта е обща се използват команди от библиотеката *OpenMP*.

Напълно съм съгласен с твърдението на Красимир Георгиев, че внедряването и настройката на такъв сложен мащабен модел на всеки различен компютър е нетривиална задача. Разработени са и са използвани версии на този модел за различни видове суперкомпютри: векторни, паралелни компютри с

разпределена памет, клъстери, паралелни компютри с обща памет и паралелни компютри с две нива на паралелизъм. Паралелният код на DEM, създаден чрез използване на стандартната комуникационна библиотека MPI, е преносим и показва добра ефективност и скалируемост на различни видове векторни и паралелни компютри.

*По мое мнение ролята на К. Георгиев в създаването на версии на UNI-DEM предназначена за използване върху паралелни компютри е изключително съществена и има приносен характер. Тези приноси бих определил като създаване на нови методи и изследователски средства.*

Едно от важните последствия от климатичните промени е потенциалната опасност от увеличаване на концентрациите на някои замърсители, което може да причини щети на хората, животните и растенията. С помощта на компютърно моделиране (модел е UNI-DEM) е изследвано влиянието на бъдещите климатични промени върху високите нива на замърсяване на въздуха и най-вече увеличаването на някои нива на озон в България. Изследвана и чувствителността на нивата на замърсяване към вариациите на антропогенните и естествени емисии. Изследвано е и влиянието на бъдещите климатични промени върху някои високи нива на озоново замърсяване, които могат да причинят щети върху растенията, животните и хората.

*Тези приноси ма доц. д-р К. Георгиев бих определил като получаване на нови факти и обогатяване на съществуващите знания с приложение в практиката.. Резултатите имат безспорен научно-приложен характер, като основа за формулиране на управленски решения, свързани с подобряване качеството на атмосферния въздух.*

(Б.2) Математическо и компютърно моделиране на процеси и явления в механиката, медицината и др. с компютърни експерименти върху паралелни компютърни архитектури. [3 – 7, 12, 20, 23, 24, 26, 29, 32, 34, 35, 37, 39, 46]

Самостоятелно и в съавторство Красимир Георгиев е участвал създаването на нови и усъвършенстване на съществуващи математически и компютърни модели спомагащи развитието на възобновяеми енергийни източници и увеличаване на енергийната ефективност (вятърни турбини), медицината (остеопороза, хематологични заболявания, аневризми, туморна аблация). Създадени са нови методи, алгоритми и софтуерни средства за задачи с голяма и свръхголяма размерност, йерархични компютърни модели с приложение при изследването и проектирането на сложни материали и процеси.

Процесът на сушене чрез вакуумно замразяване се моделира от система от нелинейни частни диференциални уравнения. Разработени са нови алгоритми за числено и компютърно моделиране на подмодела (свързана система) на пренос на топлина и маса в абсорбиращата камера.

Радиочестотната аблация е слабо инвазивна техника за лечение на чернодробни тумори. Получени са нови резултати, които се отнасят до математическото моделиране и компютърната симулация на процеса на пренос на топлина. Вместо равномерна дискретизация на разглеждания времеви интервал, се прилага адаптивна процедура за стъпване на времето, за да се намали времето за симулация.

За зависещото от времето уравнение на Стокс върху краен интервал от време и върху равномерна правоъгълна мрежа е създаден и нов паралелен алгоритъм, базиран на метода на разделяне по посоки. Създадени са и нови версии на разработения софтуер насочени към изпълнение върху масивно паралелни компютри, както и върху клъстери от многоядрени възли.

Разработени са бързи, робастни и надеждни методи за решение на системи линейни алгебрични уравнения, когато съответните компютърни кодове трябва да се изпълняват на високопроизводителните съвременни компютри. Постигнати са нови резултати на основата на конструирането на преубословители с използване на приближена LU-факторизация и тяхното използване в усилията за по-нататъшно повишаване на ефективността на изчисленията.

В множество области на обработка на изображения, като компютърна томография се появява шум на Поасон. Извършено е експериментално проучване на производителността на паралелно изпълнение на алгоритъма за възстановяване на изображението на Поасон, Реализацията е тествана за радиографски изображения с висока разделителна способност.

Разработен е нов алгоритъм за разделяне на изчислителна област на подобласти (Domain Decomposition, DD) с препокриване и неговото внедряване на паралелни компютри с обща и разпределена памет, включително клъстери от работни станции. Проблемът, който се разглежда, е численото решение на 3D еластичните системи. Системата от линейни уравнения, която трябва да бъде решена след дискретизация по метода на крайните елементи, е симетрична и положително определена и се използва методът на преобусловения спрегнат



градиент, като преобусловителя се конструира по метода на разделяне на подобласти. Алгоритъмът е високо паралелизуем.

*Тези приноси на доц. д-р К. Георгиев бих определени като създаване на нови методи и изследователски средства, получаване на нови факти и обогатяване на съществуващите знания с приложение в практиката..*

(Б.3) Изследвания свързани с екстраполацията на Ричардсон и методите на Рунге – Кута при решаване на важни задачи от изчислителната практика. [13, 18, 25, 27, 28, 31, 38, 42, 43]

Представените в този раздел резултати са плод на работата на К. Георгиев в сътрудничество най-вече с д-р Захари Златев, както и с проф. Иван Димов от ИИКТ–БАН, с prof. Istvan Farago I Dr. Agnes Havasi от Eotvos Lorand University, Budapest, Hungary.

За апроксимация на адвекционните уравнения е приложена схемата на Crank-Nicolson. Показано е, че точността на изчислените резултати може да бъде подобрена, когато схемата Crank-Nicolson се комбинира с екстраполация на Richardson. Формулирани и доказани две теореми, свързани с точността на изчисленията. Полезността на комбинацията, състояща се от схемата на Crank-Nicolson и екстраполация на Richardson, е илюстрирана с числени примери. Доказано е, че не само комбинациите от екстраполация на Ричардсън с предварително избраните методи на Runge-Kutta са по-точни от основните числени методи, но и техните области на абсолютна стабилност са значително по-големи. Разработени са нови алгоритми за ефективното прилагане на двукратната повторна екстраполация на Ричардсън при предположението, че системите от обикновени диференциални уравнения се решават числено чрез явни методи на Runge-Kutta.

*Този принос по същество представлява разработването на нов числен метод.*

(Б.4) Изследвания свързани със задачи произтичащи от сеизмичната строителна механика. [30, 33, 35, 40]

В съавторство най-вече с Prof. Asterios Liolios и Dr. Angelos Liolios от Democritus University of Thrace К. Георгиев провежда изследвания свързани със сеизмично укрепване посредством кабелни елементи (връзки) на системите за гражданско строителство на съседни стоманобетонни конструкции, които са били деградирани от околната среда. Представен е числен подход за оценка на въздействието на удяране (сеизмично взаимодействие) върху реакцията на такива

съседни структури при възбуждане на множество земетресения. Извършени са пресмятания и анализ на сеизмичното обновяване на сгради обявени за културно наследство при възбуждане на множество земетресения, като се използват материали и методи в контекста на устойчивото строителство. Представен е изчислителен подход за реконструкция (укрепване) на съществуващите стоманобетонни конструкции обявени за културно наследство, които са били влошени поради външни въздействия.

*Тези постижения могат да бъдат отнесени към категорията получаване на нови факти и обогатяване на съществуващите знания с приложение в практиката.*

В заключение на този раздел от рецензията искам да декларирам, че изцяло приемам формулираните от кандидата претенции за научни и научно-приложни приноси.

#### **6. Изпълнение на минималните изисквани точки по групи показатели за заемане на академичната длъжност „професор”**

От приложената по-долу таблица се вижда, че доц. д-р Красимир Георгиев удовлетворява, а за повечето показатели значително надхвърля минималните изисквани от ИИКТ точки заемане на академичната длъжност „професор”.

<b>Група показатели</b>	<b>Минимален брой точки, съгласно изискванията на ИИКТ</b>	<b>Брой точки, постигнати от кандидата</b>
А	50	50
Б	-	-
В	100	120
Г	260	1911
Д	140	416
Е	150	590

#### **7. Заключение**

Всичко казано по горе с може да се обобщи в твърдението, че доц. д-р Красимир Тодоров Георгиев е изтъкнат специалист в областта на числените методи, паралелните числени методи, алгоритми и създаване на софтуер за тяхната

реализация върху суперкомпютърни архитектури; както и в областта на компютърни симулации на конкретни явления и обекти. Имайки предвид творчеството, опита, международното признание и практическата дейност на Красимир Тодоров Георгиев, аз съм твърдо убеден, че той е безспорна кандидатура за заемане на академичната длъжност “професор” в ИИКТ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност 01.01.13. Математическо моделиране и приложение на математиката (в екологията). С това аз без всякакви резерви предлагам на научното жури да препоръча на НС на ИИКТ да присъди на доц. д-р Красимир Тодоров Георгиев академичната длъжност “професор”.

11.10.2019

Рецензент:



Член кореспондент Костадин Ганчев Ганев