

РЕЦЕНЗИЯ

от чл.-кор. Светозар Димитров Маргенов,
професор в ИИКТ-БАН,

на материали, представени за участие в конкурс
за заемане на академичната длъжност “професор” към ИИКТ-БАН
в професионално направление 4.5 Математика, научна специалност
„Математическо моделиране и приложение на математиката в 3D
дигитализацията и микроструктурния анализ“

В съответствие със заповед № 40/09.02.2024 г. на директора на ИИКТ–БАН и решение на назначеното научно жури съм избран за рецензент по конкурс за професор, обявен в Държавен вестник (бр. 103/12.12.2023). Документи за участие в конкурса е подал д-р Иван Георгиев Георгиев, доцент в секция „Научни пресмятания с Лаборатория по 3D дигитализация и микроструктурен анализ“ на ИИКТ–БАН.

1. Кратки биографични данни

Доц. д-р Иван Георгиев се дипломира през 1999 г. във ФМИ на СУ “Св. Климент Охридски” с квалификация магистър по математика. В периода 2000 г. – 2002 г. е докторант в Института по паралелна обработка на информация (ИПОИ) към БАН, където през 2007 г. защитава дисертация за получаване на образователната и научна степен „доктор“, специалност „Изчислителна математика“.

От 2007 г. до 2014 г. е главен асистент в ИМИ-БАН. В периода 2008 г. - 2013 г. е бил на специализации за 38 месеца в Института по изчислителна и приложна математика „Йохан Радон“ на Австрийската академия на науките в Линц. През 2015 г. е избран за доцент в ИИКТ-БАН по научна специалност „Изчислителна математика (научни пресмятания)“. От 2018 г. ръководи изградената в института в рамките на Центъра за върхови постижения по Информатика и ИКТ Лаборатория по 3D дигитализация и микроструктурен анализ. От 2021 г. е научен секретар на БАН.

Доц. Георгиев е председател на секция „БиоМатематика и Научни Изчисления (БМНИ)“ към СМБ от 2016 г. В периода 2015 г. – 2022 г. е бил в ръководството на българската секция на SIAM (BGSIAM), на която от 2019 г. до 2022 г. е бил председател.

2. Общо описание на представените материали

Представените от доц. Иван Георгиев материали са изготвени в съответствие със ЗРАС, ППЗРАС, както и със специфичните изисквания в правилниците на БАН и на ИИКТ-БАН. Те включват: молба за допускане до участие в конкурса; автобиография по европейски образец; копие на диплома за образователната и научна степен "доктор"; служебна бележка за стаж по специалността; списък на научни публикации за участие в конкурса; списък на забелязани цитирания; резюмета на научните публикации, с които участва в конкурса – на български и английски; копия на научните публикации, с които участва в конкурса; справка за изпълнение на минималните национални изисквания по чл. 2б, ал. 2 и 3 и на изискванията на ИИКТ по чл. 2б, ал. 5; справка за оригиналните научни и научно-приложни приноси; декларация, че няма доказано по законоустановения ред плагиатство в научните трудове.

За участие в конкурса доц. Иван Георгиев е представил 21 научни публикации (номерирани от 2 до 22), които обхващат периода 2015 г. – 2024 г. (в т.ч. 7 публикувани през последните 5 години). Всички публикации са на английски език. В специализирани научни списания с импакт фактор (IF) са 3 статии (1 в квартал Q1, 1 – в Q2 и 1 – в Q3). От останалите статии, 16 са в списания или специализирани поредици с SJR. От представените по конкурса публикации 4 са с 2 съавтора, 5 - с 3, 6 - с 4 и 6 с повече от 4 съавтора.

Справката за изпълнение на минималните национални изисквания и изискванията на ИИКТ-БАН за академична длъжност „професор“ съдържа в табличен вид данни по групи показатели. Точките по всеки от показателите надвишават изискваните, както следва: Г- 302 при изисквани 260; Д – 342 при изисквани 140; Е – 200 при изисквани 150.

3. Обща характеристика на дейността на кандидата

Доц. Иван Георгиев е утвърден учен в областта на математическото моделиране и приложението на математиката, като също така има сериозни приноси в изчислителната математика. Методологията на изследване в представените за участие в конкурса резултати включва: 3D дигитализация, визуализация и прототипиране; обработка на вокселни и полигонални данни, в т.ч. сегментация; микроструктурен анализ на композитни и порести материали; числена хомогенизация за определяне на ефективни макро-характеристики.

В представените за участие в конкурса материали е документирано, че доц. Георгиев е ръководил 3 научни и научно-приложни проекта: два от тях са финансирани от Фонд „Научни изследвания“ и един по програмата на ЕК HORIZON-WIDERA. Допълнително е участвал в 8 проекта с международно (в т.ч. по рамковите програми на ЕК) или национално финансиране.

Кандидатът е участвал активно в организирането на международни научни конференции, като председател или член на организационни и програмни

комитети. Ще отбележа в частност, че доц. Иван Георгиев е бил редактор на 7 тома от поредици на Springer и на 1 специален брой на списание на Elsevier.

4. Научни и научно-приложни приноси

Представените научни и научно-приложни приноси на доц. Иван Георгиев са в съответствие с научната специалност „Математическо моделиране и приложение на математиката в 3D дигитализацията и микроструктурния анализ“.

В рецензията приемам следната тематична класификация на представените резултати:

- I. Методи и алгоритми за числена хомогенизация и определяне на ефективни макро-характеристики на материали [3-8];
- II. Сегментация на изображения получени чрез рентгенова компютърна томография на порести и композитни материали [2,9,10,22];
- III. Методи и алгоритми за реконструкция и характеризация на обекти със сложна тримерна структура [14,16,17,20,21];
- IV. Биомедицински и инженерни приложения на математическо моделиране с прилагане на 3D дигитализация и микроструктурен анализ [11-13,15,18,19].

Публикации [2-8] са включени в Група В на справка за изпълнение на минималните изисквания, като равностойни на хабилитационен труд. Този цикъл работи е добре обособен тематично и има ясно изразен завършен характер. Тук са включени математически модели, числени методи и алгоритми, както и сравнителен анализ на числени експерименти и лабораторни изпитания.

Броят на публикациите, в които са представени резултати по отделните групи е съответно 6, 4, 5 и 6.

I. Методи и алгоритми за числена хомогенизация и определяне на ефективни макро-характеристики на материали.

Числената хомогенизация е математически метод за определяне на параметрите на материали със сложна вътрешна структура. В представените в тази група резултати, за изчисляване на макрохарактеристиките се използва информация за микроструктурата. Такава информация се извлича с помощта на индустриална компютърна томография. След сегментация на томографското изображение се получава необходимото за целта вокселно представяне на тримерния обект. При числената хомогенизация, за определяне на характеристиките на материала на макро ниво се решават гранични задачи на микро ниво в т.н. референтен обемен елемент. Техният брой е равен на броя на търсените параметри. Така например, за определяне на модулите на еластична деформация и коефициентите на обемна деформация на

анизотропни материали се решават б такива задачи. За численото решаване на задачите в референтния обемен елемент се прилагат специализирани методи и алгоритми за дискретизация (например метод на крайните елементи) и методи за решаване на системи от линейни алгебрични уравнения с разреждени матрици. Изчислителната сложност на числената хомогенизация зависи от микроструктурата на средата. Така например: в [3,6] композитният материал е съставен от силно нееднородни компоненти; в [5] бетонът е усилен с фибри, което води до голяма геометрична хетерогенност; в [8] средата се характеризира с вътрешни кухини. В тези изследвания са интегрирани методи и алгоритми за решаване на много големи системи от линейни алгебрични уравнения. В тях броят на неизвестните достига порядък $O(10^9)$. Числото на обусловеност на съответните разреждени матрици е още по-голямо. В [3,4,5,7] са анализирани паралелното ускорение и ефективност на разработените алгоритми върху най-съвременни суперкомпютърни архитектури.

II. Сегментация на изображения получени чрез рентгенова компютърна томография на порести и композитни материали.

Резултати свързани със сегментация са публикувани основно в работи [2,9,10,22]. Важно да отбележим, че при томографиране на 3D микроструктури, изображенията са с много голяма вокселна размерност. Целта е получаване на максимална точност в рамките на разделителната способност на използвания рентгенов томограф. Специфични трудности при индустриалната компютърна томография са свързани с голямата плътност на изследваните материали. Сегментацията на изображението е важна стъпка в изграждането на качествен цифров модел. Доброто разграничаване на интерфейсите води до сложни оптимизационни задачи. За осигуряване на адекватност и надеждност на цифровия модел се налагат специфични количествени ограничения при подходящо дефинирани функционални пространства в които се търси решението. Има случаи в които се добавят и изисквания за свързаност на фазите. В [2] е разгледана двуфазна сегментация на 3D изображение при фиксиран брой на вокселите във фазите. Предложени са два паралелни алгоритъма, базирани на модел свеждащ задачата до линейни системи с разреждени матрици от тип граф-Лапласиан. Този клас системи е разгледан и в [10], където е изследвана експериментално скоростта на сходимост на итерационния метод на най-бързото спускане. В статия [22] е предложен качествено нов подход. С помощта на рекурентна невронна мрежа са извлечени множество признаци характеризиращи микроструктурата на базата на вокселните стойности на изображението. Задача от друг тип е разгледана в работа [9]. С помощта на повърхностна обработка (покрытие с контрастен слой) на образец с отворени пори е получено сегментирано томографско изображение с подобро качество.

III. Методи и алгоритми за реконструкция и характеристика на обекти със сложна тримерна структура.

Статии [14,16,17,20,21] са резултат от съвместната работа на кандидата в интердисциплинарни екипи по иновативни и актуални теми. Задачата за 3D реконструкция на хомогенна среда с включвания с голяма плътност е разгледана в [17]. Разработени са специализирани методи и алгоритми. Подходът се основава на корекция на рентгенографските проекции чрез замяна на данните за областите с висока плътност със синтезирани данни, получени с помощта на 2D интерполация. Статии [20,21] са в областта на материалознанието. Предмет на изследване са материали, използвани за синтеза на: а) стъкло, включващо металургична шлака; б) стъклокерамика с атрактивен вид, включваща летяща пепел, доменна шлака и отпадъци от производство на цинк и мед. С помощта на 3D индустриална компютърна томография е анализирано разпределението на остатъчната пористост, като са характеризирани размера и формата на порите. Един друг клас приложения са разгледани в [14,16]. В тях са представени и анализирани линейни характеристики на антропологични обекти, получени с помощта на 3D цифрови модели, създадени чрез лазерно сканиране. Така например, в [16] е изследван черепен материал от най-късни средноплейстоценски отложения, като е направен нов класификационен анализ на така наречените "малки пещерни мечки".

IV. Биомедицински и инженерни приложения на математическо моделиране с прилагане на 3D дигитализация и микроструктурен анализ.

Към тази група се отнасят публикации [11-13,15,18,19]. Те отразяват още едно важно за научните интереси на кандидата направление. Определящи за тези статии са комплексният характер на изследванията и на получените резултати. По-специално ще се спрем на 2 от тези 6 статии. В [13] е представен математически модел на мозъчен аневризъм, включващ динамика на кръвния поток във взаимодействие със стените на кръвоносния съд. Целта е да се оцени риска от разкъсване на базата на разпределението на кръвното налягане, скоростта на потока и напреженията в стените. Геометрията на изчислителната област се извлича от медицински изображения на пациента с висока резолюция. Кръвта се моделира като несвиваем нютонен флуид, а стените на съда - като изотропен линеен еластичен материал. Дискретизацията е по метода на крайните елементи. За решаване на получените системи от линейни алгебрични уравнения се прилага итерационен метод на спрегнатия градиент с преобусловител алгебричен мултигрид. Алгоритъмът има оптимална изчислителна сложност. Втората от избраните статии е свързана с инженерно приложение. В [15] е предложен нов подход за изработване на радиоантени чрез 3D принтиране и химическо метализиране. Извършва се безразрушителен контрол на отпечатаните форми с помощта на индустриална рентгенова

компютърна томография, след което се металлизират чрез химическо и електрохимично отлагане. Проведените високотехнологични радиоизмервания са показали пълна съвместимост със значително по-скъпия и по-тежък метален оригинал. Както отбелязва кандидатът, това е първият известен цялостен анализ на възможността за отпечатване на 3D леки широколентови полимерни антени с устойчива химическа метализация за честоти в диапазона 14 - 18 GHz.

В заключение още веднъж ще отбележа комплексния характер и обхват на представените научни и научно-приложни резултати на доц. Иван Георгиев, съществена част от които са с изразен интердисциплинарен характер.

5. Отражение на научните публикации на кандидата

Кандидатът е представил за участие в конкурса списък от 57 цитирания в издания, които са реферирани и индексирани в базите данни с научна информация на WoS и Scopus. От тях само 4 са цитирания на статии, които не са в списания. В съответствие с изискванията, цитиранията са оформени в таблица с данни в групата показатели Д. При минимално необходими 140 т., представената оценка на цитиранията е 342 т. С изключение на едно, всички включени в таблицата цитирания са в работи на чуждестранни автори, в това число публикувани в най-авторитетни специализирани международни списания и поредици. Така например, за статия [13] (Kyovtorov, V., Georgiev, I., Margenov, S., Stoychev, D., Oliveri, F., Tarchi, D.: New antenna design approach – 3D polymer printing and metallization. experimental test at 14–18 GHz. AEU - International Journal of Electronics and Communications, 73, Elsevier, 2017, 119-128) са показани 24 цитирания, болшинството от които са в списания с импакт фактор (IF). Ще отбележа, че според Google Scholar цитиранията на тази статия са 40, като между тях няма автоцитирания.

6. Оценка на личния принос на кандидата

Приемам, че в съвместните статии, доц. Иван Георгиев има равностойна роля, като съм убеден в неговата водеща роля при разработването на специализирани числени методи и алгоритми и тяхното интегриране и интерпретиране в интердисциплинарния контекст на представените математически модели.

7. Критични бележки

Нямам критични бележки по същество по представените от доц. Иван Георгиев материали по конкурса.

Бих препоръчал в бъдеще повече резултати да се изпращат за публикуване в авторитетни специализирани списания с висок ранкинг. Считам, че не малка част от представените по конкурса публикации в конферентни сборници имат

качества след съответно доработване да бъдат приети за публикуване в такива списания.

8. Лични впечатления

Познавам Иван Георгиев от 1999 г. Съвместната ни работа започва в рамките на неговата докторантура. Имам много-добри впечатления от този период. Публикации, включени в дисертацията му продължават да привличат интерес. През следващите години продължаваме да работим успешно по редица съвместни проекти.

Високо ценя професионалното израстване на доц. Георгиев. Той е изграден учен с доказани възможности за задълбочени изследвания и анализ, както и за работа по иновативни задачи в интердисциплинарни екипи.

9. Заключение

След запознаване с материалите по конкурса, комплексната оценка на представените в тях качества на кандидата, в това число на научните и научно-приложните приноси, **убедено препоръчвам доц. д-р Иван Георгиев Георгиев да бъде избран на академичната длъжност "професор" в ИИКТ-БАН в професионално направление 4.5 Математика, научна специалност „Математическо моделиране и приложение на математиката в 3D дигитализацията и микроструктурния анализ“.**

03.04.2024 г.
София

Рецензент:
/чл.-кор. Св

На основание
ЗЗЛД