

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Тодор Димитров Тодоров, Технически университет - Габрово на материалите, представени за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „професор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, научна специалност „Изчислителна математика“ обявен в Държавен вестник брой 48, 13 юни 2025г. В конкурса за професор, обявен в Държавен вестник, брой 48, 13 юни 2025г. и на сайта на ТУ-Габрово за нуждите на катедра „Математика, информатика и природни науки” към факултет „Стопански” участва единствен кандидат доц. дн Милена Радославова Рачева, катедра „Математика, информатика и природни науки“ към факултет „Стопански” на Технически университет - Габрово.

1. Кратки биографични данни за кандидата

Доц. дн Милена Радославова Рачева започва научният си стаж като асистент в Полувисш институт по машиностроене и електротехника – Ловеч през 1992 г. От 1994 година е на работа в Технически университет – Габрово като асистент в катедра „Математика”. От 1999 до 2003 г. доц. Рачева е задочен докторант с научен ръководител проф. дмн Андрей Андреев. Докторантурата се провежда в Институт по паралелна обработка на информацията – БАН, гр. София. През 2003 г. кандидатът получава ОНС „Доктор“ от СНС по информатика и приложна математика, ВАК, гр. София по научна специалност 01.01.09. „Изчислителна математика“. След получаване на ОНС „Доктор“ доц. Рачева осъществява ползотворна специализация в Гьотеборг, Швеция. През 2006 г. доц. Рачева е избрана за доцент в катедра „Математика” на Технически университет – Габрово. През 2014 г. Институтът по информационни и комуникационни технологии – БАН, гр. София присъжда на доц. Рачева научната степен „Доктор на науките“ по математика (01.01.09. Изчислителна математика). От 2022 г. кандидатът е главен редактор на международното списание „Mathematical Modeling”, Print ISSN 2535-0986, Online ISSN 2603-2929.

2. Общо описание на представените материали

По този конкурс са представени 37 научни публикации в списания и томове на конференции, от които 36 са вече излезли от печат и една публикация е одобрена за печат. Кандидатът представя само 5 самостоятелни публикации. Представените научни публикации се класират по следния начин:

- статии в списания реферирани в Web of Science 3 броя;
- статии в нереперирани списания без Известия на ТУ-Габрово 12 броя;
- статии в Известия на ТУ-Габрово 2 броя;
- доклади на конференции в чужбина 1 брой;

- доклади на конференции в България без UniTech 15 броя;
- доклади на конференцията на ТУ-Габрово UniTech 4 броя.

Като отчетем факта, че някои от докладите на конференции в България са отпечатани в серии на Шпрингер получаваме:

- публикации в списания реферирани в кuartил 1 на Web of Science 1 брой;
- публикации в издания реферирани в кuartил 4 на Web of Science 8 броя (Една от тези публикации е само приета за печат и към този момент не е намеряема в Web of Science);
- публикации в издания реферирани в Scopus и нереферирани в Web of Science 6 броя;
- десет статии в нереферирани списания извън ТУ-Габрово. Шест от тези статии са публикувани в списание Mathematical Modeling на което доц. Рачева е главен редактор;
- две статии в Известия на ТУ-Габрово;
- доклади на конференции чиито томовете не са реферирани в Web of Science или Scopus.

Кандидатът представя участие в 17 проекта на 4 от които е ръководител. Пет от проектите са национални. Четири от националните проекти са преди доц. Рачева да се дипломира като доктор на науките, а петият започва през 2025 година и не е приключил. Доц. Рачева е автор на един учебник и съавтор в друг във връзка с тази процедура.

Представените от доц. Рачева материали удовлетворяват минималните национални изисквания по смисъла на ЗРАСРБ, правилника за неговото прилагане и правилника на ТУ-Габрово.

3. Отражение на научните публикации на кандидата в научната общност (известни цитирания)

Представени са 96 цитата от реномирани списания.

4. Обзор на съдържанието и резултатите в представените трудове

Публикациите на доц. Рачева са в голям брой различни области. Класирам публикациите по математика в шест научни труда.

4.1 Публикации на кандидата с резултати, които оценявам най-високо

От представените ми научни трудове на доц. Рачева оценявам най-високо резултатите в публикации [8.5] и [8.6].

В докладът [8.5] е разработен метод на безкрайните елементи за решаване на елиптични спектрални задачи от втори ред в безкрайна област. Осъществено е конформно свързване между крайни и безкрайни елементи. Получени са оригинални базисни функции, които гарантират непрекъснатост на апроксимиращите функции от пространството V_h .

Статия [8.6] е безспорно най-големият успех на доц. Рачева. Тази статия е публикувана в списание, което се реферира в кuartил 1 на Web of Science. Авторите прилагат прекъснат Галъоркин метод за решаване на интегро-диференциално уравнение със слабо сингулярно конволюционно ядро, включващо дробни производни. Това интегро-диференциално уравнение моделира динамична вискоеластичност от дробен ред.

4.2 Конформни и неконформни методи за решаване на спектрални задачи

В публикации [8.7] и [8.8], [8.18], [8.20] и [8.26]) доц. Рачева се фокусира върху изследване на неконформни крайноелементни апроксимации, крайни елементи с интегрални степени на свобода и двустранни оценки за собствени стойности на диференциални оператори.

Конформни методи за оценяване на собствените стойности на диференциални оператори са приложени в публикации [8.9], [8.10], [8.11], [8.13], [8.19], [8.21], [8.25] и [8.26]. Използвайки конформни методи за решаване на спектрални задачи е лесно да получим оценка на собствените стойности отгоре. В този научен труд са разработени нови методи за оценяване на собствените стойности отдолу. Статия [8.10] е посветена на оригинален метод за ускоряване на сходимостта. Доказана е ултрасходимост за крайноелементните приближения на решението на бихармоничната задача с нулеви гранични условия.

4.3 Двунивови методи за решаване на изопараметрични задачи

Този научен труд се опира на публикации [8.16] и [8.17]. Не коментирам тези публикации тъй като съм съавтор в тях.

4.4 Изчислителни подходи за решаване на гранични задачи за обикновени диференциални уравнения и свързани с тях спектрални задачи

В този научен труд кандидатът е разработила методи за линеаризация на квадратична задача на Щурм-Лиувил от втори и четвърти ред, като е направена оценка на грешката. Разработен е метод на крайните елементи за спектрални задачи от шести ред. Без да омаловажавам постигнатото от кандидата съм длъжен да уточня. В публикации [8.1], [8.2], [8.3], [8.4], [8.14], [8.27] се разглеждат гранични задачи или задачи за собствени стойности в едномерни области. Съществените предимства на методът на крайните елементи не могат да се демонстрират върху гранични задачи за решаване на обикновени диференциални уравнения или задачи за собствени стойности в едномерни области. При разделяне на интервал винаги можем с лекота да построим редици от йерархични равномерни мрежи. Това е направо невъзможно при двумерни области със сложна геометрия. Генерирането на равномерни мрежи съществено улеснява решаването на обикновени диференциални уравнения по методът на крайните елементи. При решаване

на такива гранични задачи и задачи за собствени стойности методът на крайните елементи има сериозни конкуренти, като методи на Рунге и Кута, методът на крайните разлики, предикторно коректорни методи и др.

4.5 Приложения на тригонометрични полиноми и Фуриерови трансформации

В този научен труд кандидатът представя приложения на преобразуването на Фурие в теория на сигналите. Разработени са ефективни методи за пресмятане на несобствени интеграли. Получени са дискретни апроксимации за решаване на правата и обратната задача при периодични функции.

4.6 Изграждане на приложни математически модели

Този научен труд е посветен на математическо моделиране на хидравлични и механични процеси. Реални инженерни задачи са моделирани чрез хиперболични уравнения от втори ред. В статия [8.22] авторите представят оригинален метод за решаване на хиперболично частно диференциално уравнение от втори ред.

Нематематически публикации

Публикации [8.30] и [8.31] са свързани с резултати от методическа работа и употреба на различни видове софтуер. Те не съдържат нови резултати по математика, затова не ги причислявам към никой от изброените научни трудове.

Публикации [8.12], [8.15], [8.28], [8.29], [8.32], [8.33], [8.34] са в област на висшето образование 5 технически науки. Те не съдържат нови резултати в областта на математиката, затова ги разглеждам като допълнителни публикации по този конкурс.

5. Обща характеристика на дейността на кандидата

5.1. Учебно-методическа дейност

Доц. Рачева е преподавател с дългогодишен опит в преподаване на математика както в бакалавърска така и в магистърска степен.

5.2. Научна и научно-приложна дейност

Доц. дн Милена Радославова Рачева е главен редактор на международното списание Mathematical Modeling. Тя успешно участва в национални и университетски научни проекти, някои от които имат приложен характер.

6. Приноси

Доц. Рачева декларира широк спектър от научни и наукоприложни приноси. Аз ще се спра само на по-съществените от тях, които представляват значими математически резултати.

- Представен е метод на безкрайните елементи за решаване на диференциални уравнения в безкрайна област. Осъществено е конформно свързване на крайни и безкрайни елементи.
- Направена е оценка на грешката в крайноелементните приближения на решението на интегро-диференциално уравнение от дробен ред със слабо сингулярно ядро. Такива уравнения се използват при моделиране на вискоеластичност.
- Разработени са нови методи за решаване на гранични задачи и задачи за собствени стойности. Постигнато е ускоряване на сходимостта на крайноелементните приближения чрез употреба на методи за последваща обработка на решението (post processing methods). Решени са диференциални уравнения от по-висок ред (четвърти и шести ред).
- Направени са двустранни оценки за собствените стойности на диференциални оператори.
- Извършен е анализ на неконформни методи за решаване на задачи за собствени стойности. Доказана е важна теорема за идентичност на крайноелементни пространства.

7. Оценка на личния принос на кандидата

Всички значими публикации по математика без [8.6] са получени в съавторство с проф. дмн Андрей Андреев, който е научен ръководител на доц. Рачева. Статия [8.6] е написана с двама съавтори единият от които е световно известен учен. Доц. Рачева участва успешно в научни колективи.

8. Критични бележки и препоръки

8.1 Докладите [8.4] и [8.14] съдържат идентичен анализ на задачата на Щурм-Лиувил от ред шест. Равенство (4) от доклад [8.14] е всъщност (8) от доклад [8.4]. В доклад [8.14] е трябвало да се цитира равенство (8) от доклад [8.4] без да се прави отново извеждане на същия резултат.

8.2 В статия [Фигура 1a) и 1b), 8.26] се разглеждат елементи с интегрални степени на свобода. На английски те неправилно са наречени “8-point” и “9-point”. Тъй като 4 (5) степени на свобода се дефинират съответно по страните на елемента (по страните на елемента и по целия елемент) елементите са „4-node” („4-node”). Тук подчертавам, че интегралните степени на свобода нямат локални свойства.

8.3 В статия [8.10] е разработен оригинален метод за ускоряване на сходимостта на крайноелементните приближения към собствените двойки на бихармоничен оператор в полиправоъгълна област. Към тази публикация имам следните критични бележки.

- Доказаните резултати свръхблизост и ултрасходимост са получени при изискването $u \in H^7(\Omega)$, което е твърде рестриктивно от практическа гледна точка.
- С цел подкрепа на теорията е разгледана задача за собствени стойности от четвърти ред дефинирана в интервал. Теория отнасяща се до двумерни полиправоъгълни области не може да се илюстрира с примери върху интервал.
- Въпреки, че примерът в [8.10] се разглежда в едномерна област са използвани много малко крайни елементи. Най-фината триангулация е само с 32 елемента.
- Ако все пак приемем, че примерът е свързан с разглежданата теория то този пример опровергава получените теоретичните резултати за ултрасходимост. В [8.10] авторите са подбрали пример с известни точни решения, откъдето се вижда, че $u_j \in H^7(\Omega)$, $\Omega = (0,1)$. Прилагаме формула за пресмятане на приближена скорост на сходимост [1,2], като отчетем, че точните собствени стойности са известни. За пресмятанията използваме двете по-фини триангулации. Така получаваме следните приближени скорости на сходимост:

$$\tilde{r}_1 = 2.58496, \tilde{r}_2 = 9.19319, \tilde{r}_3 = 2.81669$$

за трите най-малки приближени собствени стойности $\tilde{\lambda}_{h,j}$. Методът на крайните елементи работи най-точно за най-малката собствена стойност. Получените скорости на сходимост са далеч от очакваното:

$$\tilde{r}_j \approx 10, j = 1, 2, 3.$$

Аналогична е ситуацията при собствените функции. Приближените скорости на сходимост при собствените функции са:

$$\tilde{\rho}_1 = 1.45251, \tilde{\rho}_2 = 4.61369, \tilde{\rho}_3 = 1.33770.$$

Според изложената теория в [8.10] приближените скорости на сходимост при собствените функции $\tilde{\rho}_j$ трябва да апроксимират числото 5.

- Ако една теория не работи за едномерни области, то същата теория ще работи още по-малко за двумерни области.

[1] Li H, Mazzucato A, Nistor V 2010 Analysis of the finite element method for transmission/mixed boundary value problems on general polygonal domains, Electronic Transactions on Numerical Analysis, 37, 41-69.

[2] H. Safdari, M. Rajabzadeh, M. Khalighi, LDG approximation of a nonlinear fractional convection-diffusion equation using B-spline basis functions, Applied Numerical Mathematics, Volume 171, 2022, Pages 45-57.

9. Заключение

Като цяло, мнението ми за представените материали от доц. Рачева е положително. Предлагам доц. дн Милена Радославова Рачева да бъде избрана за „професор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, специалност „Изчислителна математика“.

08.11 2025 г.
Габрово

Рецензент:.....
/проф. д-р Тодор Тодоров/