

РЕЦЕНЗИЯ

от д-р Светозар Димитров Маргенов
професор в ИИКТ – БАН
на материали, представени за участие в конкурс
за заемане на академична длъжност “доцент” към ИМИ – БАН
в професионално направление 4.5 Математика, научна специалност
01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката
(числен анализ и компютърна симулация на нелинейни физически процеси)

В съответствие със заповед № 256/16.07.2013 г. на директора на ИМИ – БАН и решение на научното жури с Протокол № 1 от 22.07.2013 г. съм избран за рецензент на конкурс за доцент, обявен в Държавен вестник (бр. 42 от 10.05.2013 г.). Документи за участие в конкурса е подала д-р Милена Ганчева Димова, гл. асистент в ИМИ – БАН.

1. Кратки биографични данни

Гл. асистент д-р Милена Ганчева Димова се е дипломирала през 1988 г. в СУ “Св. Климент Охридски”, Факултет по Математика и Информатика със специализация Математическо моделиране и дипломната работа на тема “Абстрактни и конструктивни методи за решаване на гранични задачи за нелинейни обикновени диференциални уравнения” с научен ръководител проф. д-р Николай Кутев. През 2000 г. получава научна степен доктор по научна специалност 01.01.13 Математическо моделиране с дисертация на тема “Числен анализ на многомерни собствени функции на горене на нелинейна топлопроводна среда” под ръководството на проф. д-р Стефка Димова и ст.н.с. I ст. д-р Михаил Касчиев. От 2001 г. е гл. асистент (научен сътрудник I ст.) в секция Изчислителна математика на ИМИ – БАН.

2. Общо описание на представените материали

Представеният от д-р Милена Димова комплект материали е изготвен в съответствие със ЗРАС, ППЗРАС, както и специфичните изисквания в правилниците на БАН и на ИМИ – БАН. Те включват: молба, автобиография, копие на диплома за образователната и научна степен “доктор”, списъци на научни публикации и копия на представените за участие в конкурса публикации, списък на цитиранията, авторска справка, удостоверение за трудов стаж.

За участие в конкурса д-р Милена Димова е представила 12 научни публикации, обхващащи периода 1997 г. – 2013 г. (приложен е и общ списък от 23 публикации). Всички публикации по конкурса са на английски език. В международни списания са публикувани 4 статии, а останалите 8 публикации са в специализирани поредици, като Springer Lecture Notes in Computer Science, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics и Proceedings of American Institute of Physics. Всички публикации са в съавторство, както следва: 4 с двама, 5 с трима, 2 с четири и 1 с пет съавтори. В издания с “импакт фактор” са 5 статии, както следва: Computers and Mathematics with Applications – 1 (IF 2.069), Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics – 1 (IF 1.913), Springer Lecture Notes in Computer Science – 1 (IF 0.415), Central European Journal of Mathematics - 2 (IF 0.405).

3. Обща характеристика на дейността на кандидата

Д-р Милена Димова е утвърден специалист в областта на математическо моделиране на базата на ефективни итерационни методи от Нютонов тип за силно нелинейни диференциални уравнения и дискретизация на получените линейни уравнения с метод на крайните елементи или метод на крайните разлики. Тя има доказана висока компетентност в разработване на ефективни числени методи, алгоритми и програмни реализации за компютърна симулация на нелинейни физически процеси.

Д-р Милена Димова има преподавателска дейност в СУ “Св. Климент Охридски” и ТУ – София, както следва: 1995 г. – 2000 г., упражнения по Математика I и II, Стопански Факултет на СУ; 1993 г. – 1996 г., упражнения по Математика I и II, ТУ; 1991 г. – 1993 г., упражнения по Числени методи и Числени методи за диференциални уравнения, Факултет по математика и информатика на СУ.

Била е член на Организационните комитети на: 4th Int. Conf. on Numerical Methods and Applications. (NM&A'98), August 19-23, 1998, Sofia, Bulgaria; 7th Int. Conf on Numerical Methods and Applications. (NM&A'10), August. 20-24, 2010, Borovets, Bulgaria.

Д-р Милена Димова е участвала в колективите на 8 научно-изследователски проекта, в това число 4 международни проекта в рамките на спогодбата между ОИЯИ, Дубна, Русия, и Българската агенция за ядрено регулиране и 4 проекта финансирани от Фонд „Научни изследвания“.

Била е секретар е на секция Изчислителна математика в периода 2003 г. – 2005 г.

4. Научни и научно-приложни приноси

Научните и научно-приложни приноси на д-р Милена Димова напълно съответстват на научната специалност 01.01.13 – Математическо моделиране и приложение на математиката. Те включват разработване на ефективни числени методи, алгоритми и програмни средства за решаване на нелинейни и свързани с тях спектрални задачи. Конструираните методи и алгоритми използват варианти на метода на крайните елементи и метода на крайните разлики. За част от задачите изследванията включват анализ на аналитични решения, както и резултати за съществуване, единственост и асимптотично поведение на решението.

Приемам предложената от кандидата класификация на представените резултати в следните 3 групи:

- I. Числен и теоретичен анализ на решенията на обобщеното уравнение на Бусинеск
- II. Числен анализ на нелинейни топлинни структури
- III. Числени методи за нелинейни и спектрални задачи в областта на хидродинамиката и квантовата механика

I. Числен и теоретичен анализ на решенията на обобщеното уравнение на Бусинеск

В тази група са включени публикации [2,4,5,6,7], които са посветени на изследване на решения на обобщеното уравнение на Бусинеск, наречено още парадигматично уравнение на Бусинеск (Boussinesq Paradigm Equation, BPE). То включва нелинеен член (най-често степенен) и дисперсна линейна част, съдържаща производни на решението от четвърти ред. Поведение на решенията на обобщеното уравнение на Бусинеск се определя от баланса между нелинейността и дисперсните линейни членове.

В работа [5] са изследвани теоретично два подхода за конструиране на неявни консервативни диференчни схеми. Доказано е съществуване на приближеното решение, втори рид на сходимост, консервативност на дискретната енергия, както и ограниченост на решението при съответно предположение за времеви интервал. На тази основа, в статии [2,6] са предложени и изследвани факторизирани схеми за двумерното уравнение на Бусинеск. При тези схеми на всяка стъпка по времето се решават две задачи, които зависят само от една от пространствените променливи, а третата задача е стандартен двумерен дискретен Лапласиан. Изчислителната ефективност на този подход се дължи на бързото решаване на едномерните по пространствените променливи задачи, с помощта на метод на „прогонката“. Тематиката е много актуална. В този контекст бих отбелязал активната работа

през последните години за създаване на устойчиви факторизирани схеми за уравненията на Навие-Стокс.

Публикации [4,7] са посветени на задачата на Коши за многомерното обобщено уравнение на Бусинеск със степенна нелинейност. В допълнение към енергията са въведени два нови функционала $J(u)$ и $I(u)$. Качественото поведение на решението се определя от запазването на техния знак. Доказано е съществуване на глобално слабо решение на задачата. Намерена е константа, такава че при начална енергия по-малка или равна на нея (субкритична енергия), знакът на функционала $I(u_0)$ определя глобалната разрешимост или избухването за крайно време на решенията на задачата на Коши. Тази константа зависи единствено от константите в теоремите за влагане на пространствата на Соболев и константите, определящи вида на нелинейния член в уравнението. В едномерния случай константата на субкритична енергия е пресметната точно. Получените теоретични резултати са потвърдени от представените числени експерименти за подходящо подбрани примери.

II. Числен анализ на нелинейни топлинни структури

В работи [1,3,8] са представени теоретични изследвания и резултати от числени експерименти за нови класове решения на нелинейното уравнение на топлопроводността със степенна нелинейност по отношение на коефициента на топлопроводност и източника на топлина. Те включват числени методи за решаване на: а) нелинейни елиптични (автомоделни) задачи; б) нелинейни параболични задачи описващи еволюцията на решенията на автомобилни задачи. Тези резултати са продължение на изследвания, включени в дисертацията на д-р Милена Димова. В съответствие с авторската справка, в тези работи основният принос на кандидата е свързан с разработването на ефективни и надеждни методи и алгоритми за решаване на нелинейната автомобилна задача.

Статии [1,8] са посветени на конструиране и изследване на нови автомобилни функции. Те са получени с помощта на инвариантно-групов анализ. Трябва да отбележим, че това е силно нетривиална задача. По същество, конструирането на нов съдържателен клас от автомобилни функции означава получаване на нов клас устойчиви структури за изследваните нелинейни режими на горене. При еволюция във времето, в зависимост от съотношението на параметрите на средата, както и на параметри, характеризиращи дадения клас автомобилни решения, нехомогенностите на нестационарните решения се движат по логаритмични спирали или окръжности. Във връзка с тези задачи са разработени ефективни и робастни алгоритми за пресмятането на изродената хипергеометрична функция за голям диапазон на изменение на параметрите в комплексната равнина. Изследвано е поведението на решението при близки до критичните стойности на параметри на средата.

Така например, при клонене към на параметрите на средата към т.н. S режим, логаритмичните спирали на нехомогенностите на решенията, се доближават до Архимедови спирали.

Публикация [3] има обзореен характер. Представените резултати правят много добро впечатление. Те включват анализ (в това число алгоритмична и програмна реализация) на следните класове автомоделни функции: а) радиално - симетрични решения в двукомпонентна нелинейна среда; б) двумерни решения със сложна структура в LS режим; в) двумерни решения със сложна структура в HS режим.

III. Числени методи за нелинейни и спектрални задачи в областта на хидродинамиката и квантовата механика

Към тази група са отнесени публикации [9,10,11,12]. Те включват конструиране, изследване и реализация на числени методи за класове нелинейни и спектрални задачи.

В статия [9] е предложен ефективен метод за пресмятане на енергиите на свързаните състояния на водородния атом в силно магнитно поле. За решаване на уравнението на Шрьодингер в сферични координати е приложен метода на Канторович, който свежда двумерната задача до една едномерна спектрална задача и система от обикновени диференциални уравнения (ОДУ) от втори ред. За определяне на коефициентите на системата ОДУ, е необходимо да се пресметнат производните на базисните функции по пространствената променлива. За целта се решава допълнителна гранична задача, като по този начин се осигурява необходимата точност на производните на базисните функции. Реализирани са Лагранжеви крайни елементи до степен $k=10$. За решаване на възникващите обобщени алгебрични задачи за собствени стойности е приложен итерационен метод по подпространства, който позволява бързо пресмятане на първите няколко собствени стойности. Тези резултати са предизвикали сериозен интерес, свидетелство за което са цитиранията на [9] (виж т.5 на рецензията) в редица авторитетни научни публикации.

В работи [10,11] са представени резултати от числената симулация на течения в еднослойни и двуслойни струи. В [11] е изследвана нелинейната неустойчивост на вискозна капилярна струя, а в [10] – нелинейната неустойчивост на капилярна съставна струя, състояща се от течно ядро и обкръжаващ го коаксиален слой от втора несмесваема течност. Двете задачи се описват съответно от системи от три и шест ОДУ. Предложени са неявни схеми от тип Кранк – Никълсън с втори ред на апроксимация по пространствената и времевата променлива. На всяка стъпка по времето се решават нелинейни системи от алгебрични уравнения, като за целта се прилага модифициран метод на Нютон. В [11] е изследвано числено разпадането на струята, в резултат от начални смущения, които включват първите 4 хармоники.

В работа [12] е представен числен метод за свързана задача, включваща топло-масообмен и химическа реакция около плоска граница в двуфазно стационарно ламинарно течение. Численият алгоритъм се основава на линеаризация по метода на последователните итерации (метод на Пикард). Получените уравнения са дискретизирани посредством явни и неявни диференчни схеми върху неравномерни мрежи. За конвективните членове е използвана апроксимация с централни разлики и апроксимация срещу потока (upwind). Представен е сравнителен анализ на получените резултати. Пресметнатите стойности на скоростта, концентрацията и температурата са сравнени със съществуващи аналитични резултати за които е получено много добра точност на численото решение.

5. Отражение на научните публикации на кандидата

В документите на кандидата е представен списък от 46 забелязани цитирания на 11 научни публикации.

Ще отбележа специално няколко от работите с по-голям брой цитати:

- M.G. Dimova, M.S. Kaschiev, S.I. Vinitisky, Kantorovich method for high accuracy calculations of a hydrogen atom in a strong magnetic field: low-lying excited states, J. Phys. B: At. Mol. Phys., v. 38(14) (2005), pp. 2337-2352 – **12 цитирания**, в това число в: Physical Review A - Atomic, Molecular, and Optical Physics, Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, Journal of Computational and Theoretical Nanoscience.
- S.N. Dimova, M.S. Kaschiev, M.G. Koleva, D.P. Vasileva, Numerical analysis of radially nonsymmetric blow-up solutions of a nonlinear parabolic problem, J. Comp. Appl. Math. v. 97 (1998), pp. 81-97 – **8 цитирания**, в това число в: Discrete and Continuous Dynamical Systems, Computational Mathematics and Modelling.
- S.N. Dimova, M.S. Kaschiev, M.G. Koleva, Investigation of eigenfunctions for combustion of nonlinear medium in polar coordinates with finite elements method, Matematicheskoe Modelirovanie, v. 4(3) (1992), pp. 76-83 – **7 цитирания**, в това число в Computational Mathematics and Modeling.

От представените 46 цитирания, 39 са в работи на чуждестранни автори. Много от цитиранията са в авторитетни специализирани международни списания и поредици. Това ми дава основание да направя извода, че резултатите на д-р Милена Димова са следени и ценени от научната колегията.

6. Оценка на личния принос на кандидата

Представените по настоящата процедура публикации са в съавторство. Трябва да подчертая, че това е обосновано от естеството на работата в

предметната област на изследванията. Приемам, като обща оценка, че в съвместните работи д-р Милена Димова има равнопоставена роля.

7. Критични бележки

Нямам критични бележки по същество относно представените от д-р Милена Димова материали по конкурса. Както вече бе отбелязано в началото на рецензията, те удовлетворяват изискванията на ЗРАС, ППЗРАС, както и специфичните изисквания в правилниците на БАН и на ИМИ – БАН.

8. Лични впечатления

Познавам Милена Димова, като високо квалифициран, много коректен и отговорен специалист и колега. Имам непосредствени впечатления от работата и в ИМИ – БАН, както и от съвместни дейности с ИИКТ - БАН. Милена Димова се ползва с авторитета и доверието на колегиата. Работи много добре в екип.

9. Заключение

След запознаване с материалите по конкурса, комплексната оценка на представените в тях качества на кандидата, в това число на научните и научно-приложни приноси, **убедено препоръчвам гл. асистент д-р Милена Ганчева Димова да бъде избрана на академичната длъжност “доцент”** в ИМИ – БАН в професионално направление 4.5 Математика, научна специалност 01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката (числен анализ и компютърна симулация на нелинейни физически процеси).

05.09.2013 г.

София

Рецензент:

/проф. дмн Светозар Маргенов/