

РЕЦЕНЗИЯ

от чл.-кор. Светозар Димитров Маргенов,
професор в ИИКТ – БАН
на материали, представени за участие в конкурс
за заемане на академична длъжност “доцент” към ИИКТ – БАН
в професионално направление 4.5 Математика, научна специалност
01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката
(приложения в биологията и медицината)

В съответствие със заповед № 206/11.12.2014 г. на директора на ИИКТ – БАН и решение на научното жури съм избран за рецензент на конкурс за доцент, обявен в Държавен вестник (бр. 86 от 17.10.2014 г.). Документи за участие в конкурса е подала д-р Гергана Иванова Бенчева, гл. асистент в ИИКТ – БАН.

1. Кратки биографични данни

Гл. асистент д-р Гергана Иванова Бенчева се е дипломирала през 1998 г. в СУ “Св. Климент Охридски”, Факултет по Математика и информатика с квалификация Магистър по математика и специализация Числени методи и алгоритми. През 2005 г. получава научна и образователна степен доктор по научна специалност 01.01.09 Изчислителна математика, с дисертация на тема „Паралелни алгоритми за разделяне на променливите и факторизация на разредени матрици“ с научен ръководител Панайот Василевски. От 1998 г. работи в ИПОИ – БАН, от 2010 г. ИИКТ – БАН. През 2004, 2006 и 2007 г. е избрана съответно за н.с. III, II и I ст., сега гл. асистент, в секция „Научни пресмятания“. През периода юли 2005 – юни 2006 е била на позиция постдок в Института по изчислителна и приложна математика "Й. Радон" (RICAM), Линц, Австрия.

2. Общо описание на представените материали

Представените от д-р Гергана Бенчева материали са изготвени в съответствие със ЗРАС, ППЗРАС, както и със специфичните изисквания в правилниците на БАН и на ИИИКТ – БАН. Те включват молба, автобиография по европейски образец, копие на диплома за образователната и научна степен “доктор”, списъци на научни публикации и копия на представените за участие в конкурса публикации, списък на забелязани цитирания и резюме на представените за участие в конкурса научни публикации.

За участие в конкурса д-р Гергана Бенчева е представила 22 научни публикации, обхващащи периода 1999 г. – 2013 г.. Не са представени публикации за 2014 г. От тях 21 са на английски език. В специализирани научни списания са публикувани 4 статии, от които едно е с IF (Computers and Mathematics with Applications). От останалите публикации, 8 са в специализирани поредици с SJR (Springer LNCS и AIP Conf. Proc.). 15 от публикациите са самостоятелни, а останалите са в съавторство, както следва: 3 с един, 3 с двама и 1 с трима съавтори.

3. Обща характеристика на дейността на кандидата

Д-р Гергана Бенчева е утвърден специалист в областта на математическото моделиране. Моделите се описват с помощта на системи от обикновени диференциални уравнения или частни диференциални уравнения. За тяхното решаване се прилагат метод на крайните разлики или метод на крайните елементи. Изследванията на числените методи и алгоритми включват анализ на робастност, монотонност и изчислителна сложност.

В периода 2000 г. – 2013 г. д-р Гергана Бенчева е водила упражнения по Числени методи, Числени методи за разреждени матрици и Паралелни алгоритми към Катедра Числени методи и алгоритми на Факултета по математика и информатика на СУ „Св. Климент Охридски“.

Била е член на Организационните комитети на международните конференции Large-Scale Scientific Computing (1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015), Recent Advances in Natural Language Processing (2007) и Numerical Methods for Scientific Computations and Advanced Applications (2014).

Д-р Гергана Бенчева е участвала в 13 международни научни проекта, в това число 5 проекта финансира по рамковите програми на ЕК. Участвала е също така в работата по 10 национални проекта, от които 9 финансирани от Фонд „Научни изследвания“ и 1 от Националния иновационен фонд. Била е ръководител на 2 от договорите с Фонд „Научни изследвания“.

Носителка е на Наградата на Българската академия на науките за най-млади учени до 30 г. за 2001 г. Номинирана е също така за президентската награда "Джон Атанасов" за 2006 г. и е отличена с грамота (второ място).

4. Научни и научно-приложни приноси

Научните и научно-приложни приноси на гл. асистент д-р Гергана Бенчева напълно съответстват на научната специалност 01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката. Те включват важни за математика

и нейните приложения задачи. При изследването на математическите модели се използват съвременни подходи и техники от числените методи и алгоритми за решаване на диференциални уравнения.

Първите 8 публикации от представения списък са включени в дисертацията за получаване на научно-образователната степен „доктор“. Под номер [13] са цитирани две глави от книга по Числени методи за задачи с разреждени матрици. Книгата обхваща материала по съответния специализиран курс във ФМИ на СУ.

Тук ще рецензирам работи с номера от [9] до [12] и от [14] до [22]. Приемам предложената от кандидата класификация на представените резултати в тези статии в следните три групи:

- I. Паралелни итерационни алгоритми за елиптични задачи
- II. Компютърно моделиране на хематопоеза: числени методи за диференциални уравнения със закъснения
- III. Компютърно моделиране на хематопоеза: числени методи за уравнения от тип адвекция-дифузия-реакция за хемотактично движение на клетки

Броят на публикациите в отделните групи е съответно 5, 4 и 4.

I. Паралелни итерационни алгоритми за елиптични задачи

В тази група са включени публикации [9 - 12, 14]. В тях са представени резултати, които са по-нататъшно развитие на част от тематиката на дисертацията. В статия [9] се прилага подхода от [5, 6] за конструиране на паралелен преобусловител от тип MIC(0) (модифицирана непълна факторизация на Холецки от ред 0), първоначално разработен за случая на неконформни крайни елементи на Ранахер-Турек. Тук са разгледани линейни триъгълни неконформни крайни елементи на Крозе-Равиа. Предложен е двунивов алгоритъм, при който допълнението на Щур получено след изключване на неизвестните съответстващи на диагоналите в макроелементите, има аналогична структура като матрицата на коравина за ротирани билинейни елементи на Ранахер-Турек. Изследвана е робастността на метода при силно анизотропни елиптични задачи. В статия [10] е предложена модификация на паралелните алгоритми от [5, 6], която дава възможност за използване на неблокиращи комуникации от библиотеката MPI за изпращане и получаване на съобщения, при което се намалява времето за изпълнение на програмата. В статия [11] са изведени оценки на необходимото време за изпълнение на алгоритъма от [10] при припокриване на изчисления и комуникации. Работи [10-12] и [14] са посветени на сравнителен анализ на паралелната производителност. Изследвани са времето, ускорението и паралелната ефективност. Представени са резултати върху изчислителни системи с различна архитектура: разпределена или обща памет; различен граф

на комуникациите; брой на процесорите от 8 до повече от 500 и др.. Разгледани са също така варианти, при които на един възел се изпълнява повече от един паралелен процес. Направени са изводи за преносимостта на програмната реализация, както и за нейната скалируемост.

II. Компютърно моделиране на хематопоеза: числени методи за диференциални уравнения със закъснения

Производството и регулацията на кръвни клетки под въздействието на растежни фактори се моделира с помощта на системи от обикновени нелинейни диференциални уравнения със закъснения (ДУЗ). Работи [15 - 17, 19] са посветени на изследвания на числени методи и алгоритми за тяхното решаване, както и на съответни софтуерни средства със свободен достъп. Такива са методите Рунге-Кута. DOPRI5 и RADAU5 са програмни реализации на метода от ред 5, съответно за не-твърди и твърди (с използване на квадратурни формули на Радо) системи. RETARD и DOPRI5 са техни модификации за случая на системи със закъснения. В статия [15] са представени резултати от настройка на алгоритмичните параметри на RETARD и RADAR5 с цел ефективно решаване на системата от ДУЗ, моделираща производство и регулация на червени кръвни клетки (еритропоеза) под въздействието на растежни фактори. Резултатите са сравнени с публикувани от авторите на математическия модел, като за целта е направена и подходяща визуализация. ХРРАУТ е друг свободно достъпен програмен продукт, който предлага реализация на набор от методи и алгоритми за решаване на ДУЗ, както и средства за визуализация. Пакетът е модифициран от д-р Гергана Бенчева така, че да има възможност за измерване на компютърното време. Направен е сравнителен анализ на приложимостта на шест от алгоритмите за компютърно моделиране на еритропоеза, като резултатите са публикувани в работа [17]. Съвместно с лекари от Националната специализирана болница за активно лечение на хематологични заболявания са изследвани два модела на левкопоеза: GFM – с едно закъснение, отчитащ въздействието на растежни фактори; и LM – с две закъснения, отчитащ период на междинно диференциране на кръвните клетки. Първи резултати за компютърно моделиране на болестта на Ходжкин са публикувани в [16]. Направен е сравнителен анализ и медицинска интерпретация на резултатите получени чрез компютърна симулация за всеки от моделите, като при идентификация на параметрите са използвани данни както за конкретни пациенти, така и за контролна група от здрави лица. Числени експерименти от [16] са използвани за анализ на чувствителността на параметрите на модела LM. Получените резултати са публикувани в [19]. Така например, показано е че промяната само на началните данни и скоростта на умиране на белите кръвни клетки не води до стационарни решения в здравословния интервал.

III. Компютърно моделиране на хематопоеза: числени методи за уравнения тип адвекция-дифузия-реакция за хемотактично движение на клетки

В тази група са включени статии [18, 20-22]. Моделът на хемотактично движение на хемопоетични стволови клетки включва обикновени и частни диференциални уравнения и нелинейности както в системата от диференциални уравнения, така и в граничните условия. Неизвестните са концентрацията на хемопоетичните стволови клетки, концентрацията на хемоатрактора произвеждан от строма клетките и концентрацията на стволовите клетки свързани със строма клетките върху част от границата на изчислителната област. Изследвани са методи на крайните елементи и на крайните обеми за дискретизация, както и методи за разделяне на оператора за решаване на нестационарната задача. Съществено условие при избора на метод е да се осигури неотрицателност на численото решение на всяка стъпка по времето. Моделът за миграция на хемопоетични стволови клетки е реализиран с помощта на програмната система за крайноелементни симулации COMSOL, като е използвана възможността за добавяне на обикновени диференциални уравнения във вариационна (слаба) формулировка върху част от границата. Резултати от експерименти с помощта на COMSOL са публикувани в [18, 20]. Те включват различни крайноелементни мрежи (в това число триангулация на Делоне), както и различни преки и итерационни методи за решаване на възникващите системи от линейни алгебрични уравнения. Потвърдено е, че COMSOL не осигурява монотонност на численото решение. Известно е, че проблемът със запазване на неотрицателност на решението на конвективно-дифузионни задачи може да бъде решен с помощта на метод на крайните обеми и подходяща схема „срещу потока“ за дискретизация по времето. Работи [21, 22] са посветени на прилагане на този подход. За целта са направени необходимите интерпретации на нелинейните гранични условия на Робин, както и на ОДУ по част от границата. Изследвани са също така варианти на нелинейни ограничители, осигуряващи неосцилиращ числено решение.

5. Отражение на научните публикации на кандидата

В документите на кандидата е представен списък от 22 забелязани цитирания на 10 научни публикации. Така например статия [5] е цитирана 6 пъти. От представените 22 цитирания, 10 са в работи на чуждестранни автори, в това число в авторитетни специализирани международни списания и поредици.

6. Оценка на личния принос на кандидата

Над 68% от представените по настоящата процедура публикации са самостоятелни. Приемам, като обща оценка, че в съвместните работи д-р Гергана Бенчева има равнопоставена роля.

7. Критични бележки

Нямам критични бележки по същество относно представените от д-р Гергана Бенчева материали по конкурса. Те удовлетворяват напълно изискванията на ЗРАС, ППЗРАС, както и специфичните изисквания в правилниците на БАН и на ИИКТ – БАН.

8. Лични впечатления

Познавам Гергана Бенчева от включването и в работата на секция „Научни пресмятания“, като студентка във ФМИ и дипломантка. Високо ценя научното и професионално израстване през изтеклите години, както и постигнатите резултати, които я определят като високо квалифициран, много коректен и отговорен специалист и колега.

Имам много добри преки лични впечатления от съвместната ни работа по няколко общи публикации, работата по научни и научно-приложни проекти, както и по организиране на научни конференции и мероприятия.

Специално ще отбележа резултатите на д-р Гергана Бенчева в областта на компютърното моделиране на процеси на хематопоеза. Това е едно много важно и трудно направление, в което тя навлезе самостоятелно и разви своята висока компетентност. Правят впечатление изградените (не лесни) професионални контакти на базата на взаимно уважение и разбиране с високо квалифицирани лекари от специализираната медицинска колегия.

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 Гергана Иванова Бенчева да бъде избрана на академичната длъжност “доцент” в ИИКТ – БАН в професионално направление 4.5 Математика, научна специалност 01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката (приложения в биологията и медицината).**

09.02.2015 г.

София