

Рецензия

по документите на Анета Недева Караиванова, представени за участие в конкурса за академичната длъжност „професор” към Института по информационни и комуникационни технологии (ИИКТ) при БАН по специалност
01.01.12 „Информатика (Квази Монте-Карло методи и алгоритми)”

1. Описание на документите по конкурса

Конкурсът за академичната длъжност „професор” за нуждите на секция „Грид технологии и приложения” по специалността 01.01.12 „Информатика (Квази Монте-Карло методи и алгоритми)” в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки” е обявен в брой 55 на Държавен вестник от 19 юли 2011 г. Анета Недева Караиванова е единствения кандидат на конкурса.

Комплектът съдържа:

- Автобиография по европейски образец;
- Копие на диплома за научната и образователна степен “доктор”;
- Медицинско свидетелство;
- Свидетелство за съдимост;
- Списък на научните публикации и техните копия;
- Справка за цитиранията;
- Авторска справка и резюмета;
- Служебна бележка за трудов стаж;
- Копия на 40-те публикации, представени по конкурса;
- Документи, доказващи изпълнението на чл. 29, ал. 1 и 2 от ЗРАСБ;
- Документи, доказващи изпълнението на чл. 3, т. 4 от Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ;
- Доказателствен материал за защитил докторант.

2. Общи сведения за кандидата

Кандидатът Анета Караиванова е родена през 1955 г. в гр. Белене. През 1978 г. завършва математика, специалност „Математическо моделиране и приложение на математиката” в СУ „Св. Климент Охридски”. През 1989-1993 г. е задочен докторант към Координационен център по информатика и изчислителна техника (КЦИИТ), преименуван на Централна лаборатория по паралелна обработка на информацията (ЦЛПОИ) и по-късно на Институт по паралелна обработка на информацията (ИПОИ) и понастоящем Институт по информационни и комуникационни технологии (ИИКТ) при БАН под ръководството на проф. д-н Иван Димов и проф. д-н Цветан Семерджиев. През

1996 г. защитава дисертация на тема „**Монте Карло методи (МКМ) за паралелна обработка**”.

Трудовия си стаж Караиванова е започнала в Централния научно-изследователски институт по комплексна автоматизация (ЦНИКА) и за периода септември 1978 – октомври 1989 е работила последователно като математик и научен сътрудник III-II ст. От ноември 1989 до март 2001 е работила като научен сътрудник II ст. и I ст. в периода след 1997 г. – след защита на докторска степен в ИИКТ при БАН. Междувременно в периода септември 2001 – ноември 2003 е била гост-преподавател в Държавния университет на Флорида, Колеж по компютърни и информационни науки, Талахаси, Флорида, САЩ. От юни 2001 г. А. Караиванова работи като старши научен сътрудник II ст. и доцент след 1. 01. 2011 г., която длъжност заема по настоящем в ИИКТ при БАН. Към професионалната квалификация и опит на кандидатката следва да отбележим допълнително и дългосрочните специализации в чужбина:

- 1995 г. (3 месеца) в Университета на Ливерпул, Департамент по компютърни науки, Ливерпул, Великобритания; стипендиант на Royal Society, при което е работила в областта на Монте Карло методи за задачи на линейната алгебра и е била лектор в Магистърска програма “Linear Algebra Using MATLAB”;
- 1999-2000 г. в Държавния университет на Флорида, Институт по суперкомпютърни изследвания; като пост-докторант със стипендия от NATO/NSF след спечелен конкурс е извършвала научни изследвания в областта на паралелните МКМ и техните приложения за големи задачи.

Към тях ще добавим и редица краткосрочни, както следва:

- 1999 г., 3 месеца (февруари-април), Великобритания, Ливерпул, University of Liverpool, Computer Science Department;
- 1998г., 2 месеца (юни-юли), Великобритания, Ливерпул, University of Liverpool, Computer Science Department;
- 1996 г., 1 месец (юли), Франция, INRIA/IRISA & University of Rennes;
- 1995 г., 1 месец (март), Франция, IMAG – Grenoble, Informatics and Distribution (ID) lab.;
- 1994 г., 1 месец (ноември), Германия, RWTH - Aachen, Lehrstuhl fur Informatik II;
- 1993 (август), 1 месец Германия, RWTH - Aachen, Lehrstuhl fur Informatik II;

Високото научно ниво на работата и достиженията на Караиванова не остават незабелязани от българската и международна колегия и са удостоени с редица награди. През 1999 г. Караиванова е удостоена с Първа награда от конкурс на NATO/NSF (САЩ) за постдокторски изследвания в областта на изчислителната математика и Първа награда от Министерство на образованието и науката като ръководител на научния колектив по проекта "Паралелни статистически алгоритми за високопроизводителни изчислителни системи" (дог. No. И-501/95 с МОН (НФНИ)). През 2007 кандидатката печели Първа награда за най-добра статия на 30-тия юбилеен конгрес – MIPRO 2007, Май 21-25, Опатия, Хърватска, като

съавтор на статията: "New Algorithms in the Grid Application SALUTE", което е едно изключително признание за качеството на научните изследвания на авторите.

2. Обща характеристика на научно-изследователската и педагогическата дейност на кандидата

Основните научни интереси на А. Караиванова попадат в областта на Монте Карло и квази-Монте Карло методи и алгоритми, което напълно съвпада с научната специалност на конкурса 01.01.12 „Информатика” (Квази-Монте Карло методи и алгоритми) в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки”.

Освен представените публикации, които ще коментирам в следващия параграф по-детайлно, за участие в конкурса към научно-изследователската дейност на кандидатката се отнася и участието и в работата по 5 национални, на 2 от които е ръководител на колектива и 9 международни проекта за последните 5 години. Впечатляваща е и организационната работа на Караиванова като член на Организационен комитет на над 20 международни конференции у нас и в чужбина за последните 5 години, на някои от които е и организатор на уъркшопи и специални сесии. Има изнесени 8 лекции и доклади по покана предимно зад граница и една у нас, съгласно приложенията.

Съществена е и учебно-педагогическата дейност на кандидатката, която ми е особено приятно да коментирам. В качеството си на ръководител на МП „Вероятности и статистика” към ФМИ при СУ познавам добре и имам лични впечатления от работата на А. Караиванова като лектор в програмата през последните 4 години. Освен това в последните две години тя се включи активно с четения на задължителна дисциплина и в бакалавърската степен на специалност „Статистика” на ФМИ. Водените от нея лекции по „Стохастични числени методи и симулации” са на високо научно ниво в областта, с предоставени лекционни записки и материали на студентите. В работата си тя демонстрира такова старание, работоспособност и подход към студентите, които не са често срещани. Тук ще добавя и подготвената за печат книга [1], свързана с едноименния курс. Тя е в обем от 97 стр., структурирана в 6 глави: Увод, Симулиране на вероятностни разпределения (генератори на псевдослучайни числа, симулиране на дискретни случайни величини, симулиране на непрекъснати случайни величини), Квазислучайни редици, Монте Карло методи, Квази-Монте Карло методи, и Паралелни пресмятания. Зад този материал стои реализиран огромен труд. Той може да бъде използван не само от студентите в МП "Вероятности и Статистика", а и от всеки, който работи в областта на приложенията на МКМ и стохастичните симулации. Изложеният материал е съобразен със съвременното състояние на областта и практиката на водещите световни университети. Привличането на такъв лектор в програмата допринесе изключително много за нейния авторитет сред студентите и я прави още по-търсена и предпочитана. Съвременните МКМ, съчетани с една интензивно развиваща се област на математическата статистиката, каквато е Бейсовата методология, както и приложени към

Марковски вериги са една област, която и в бъдеще ще продължи да се развива като алтернативна методология. МКМ са един незаменим подход в изчислителната статистика и редица области на приложната статистика свързани с оценка на плътности и апроксимиране на разпределения. Не на последно място е и осигурения достъп на студентите до отлична компютърна среда, каквато има единствено в ИИКТ при БАН.

Освен изброените дотук дейности, Караиванова има и един защитил докторант – София Ивановска (2007 г.).

4. Публикации

Приложената авторска справка отразява правилно получените резултати и приноса на автора им. Списъкът на публикациите съдържа 68 заглавия, включително с едно заглавие на книга „Стохастични числени методи и симулации” [1] с характер на монографичен труд. Представените за конкурса трудове – 40 публикации, подредени в реда на публикуването им са отделени от тези, които кандидатката е включила в дисертацията си (10 бр.) и по конкурса за придобиване на научното звание старши научен сътрудник II степен (11 бр.) през 2000 г., и приемам да рецензирам само тях за настоящия конкурс. Ще отбележим само, че те са извадка от общо 47 работи, публикувани в периода 2001-2011 след хабилитацията и. Най-общо представените публикации съдържат нови и оригинални резултати в областта на **квази-Монте Карло и рандомизирани квази-Монте Карло методи** и тяхното приложение за реални задачи. Областта на изследванията, стартирали с матрично-векторни пресмятания, се задълбочава в областта на линейната алгебра и се разширява с изследвания в други области (интегрални уравнения, гранични задачи), нови подходи (разклоняващи се вериги на Марков), оценка на изчислителната сложност, ефективно използване на съвременните изчислителни средства (високопроизводителни кълстери, изчислителен грид, кълстери от графични карти).

Представените за рецензиране 40 работи с номера по общия списък на публикациите: 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 67 са публикувани, както следва:

- Монография – 1 бр. (подготвена за печат);
- Journal on Mathematics and Computers in Simulation – 3 публикации, [5,25,30]; (с импакт фактор)
- Journal on Monte Carlo Methods and Applications – 2 публикации, [20, 21];
- Journal of Scalable Computing: Practice and Experience – 2 публикации, [6, 10];
- Journal of Applied Mathematical Modeling – 1 публикация, [13]; (с импакт фактор)
- Journal of Earth Science Informatics – 1 публикация, [7];
- Serdica Journal of Computing – 1 публикация, [9];
- Journal of Int. Sci Publication: Ecology&Safety – 1 публикация, [12];

- Springer LNCS – 16 публикации, [3,8,11,14,15,16,17,18,19,22,24,26,27,28,31,32]; (с импакт фактор)
- Springer MCQMC – 2 публикации [23, 29].

От горе-изложения списък може да се резюмира, че от представените 40 работи, 30 са публикувани в издания с импакт фактор (13 бр., съгласно приложенията) или в авторитетни специализирани международни издания в областта, което е безспорно доказателство за високото научно ниво на кандидатката. Всички публикации са в съавторство, както с водещи български учени, така и с чуждестранни учени от Англия, Холандия, САЩ, Корея, Хърватия, Австрия, Македония и Франция, което показва, че кандидатката има утвърдено име не само у нас, но и в чужбина. Монографията [1] и публикация [9] са самостоятелни с единствен автор А. Караиванова. Приемам, че във всички представени за участие в конкурса публикации съавторството е равноправно.

5. Актуалност и съдържание на работите

МКМ са едни от най-разпространените и широко използвани числени методи. Поради тяхната робастност, те са единствено възможния подход за широк клас задачи с много висока размерност от различни области (от атомна физика до финансова математика). Цената на тази робастност обаче се оказва бавната скорост на сходимост в някои случаи. Има два общи подхода за подобряване на сходимостта на МКМ: намаляване на дисперсията на оценяваната величина, и използването на редици с малък дискрепанс (наричани квазислучайни редици) вместо обичайните псевдослучайни числа. След интензивната работа по квази-МКМ за многомерни интеграли и първото им успешно приложение във финансовата математика, от 2000 г. започват интензивни изследвания и по приложението им в задачи с вериги на Марков. Тези приложения не са тривиални, поради наличие на корелация в редиците – понякога се използва специално пренареждане, друг път се прави разбъркване (scrambling), а също така се използват и хибридни методи, които комбинират квази и псевдослучайни числа.

Използването на редиците с малък дискрепанс води до намаляване на грешката, но проблемите възникват при определянето на практически удобна оценка на грешката, което се оказва една нетривиална задача. За осигуряването на такава оценка се прилагат рандомизирани квази-МКМ, при които случайността се постига чрез разбъркването на квази-случайните редици или други рандомизиращи техники. Най-важният елемент от рандомизираните квази-МКМ е бърз и ефективен алгоритъм за разбъркване на редицата.

МК и квази-МКМ обикновено се използват за изчислително тежки задачи, поради което се налага числените експерименти да се извършват върху съвременни високопроизводителни системи (включително суперкомпютри, гридове и клъстери).

Научните приноси на кандидатката са в областта на *конструиране и изследване на нови квази-Монте Карло и рандомизирани квази-Монте Карло методи и*

алгоритми за приближено решаване на интеграли, интегрални уравнения, елиптически гранични задачи и задачи на линейната алгебра и тяхната паралелна реализация върху съвременни изчислителни системи. Те са свързани с най-новите насоки в развитието на областта. По-конкретно резултатите на Караиванова могат да се структурират в следните направления:

- **Квази-Монте Карло методи за задачи на линейната алгебра** – това са работите с номера: 9, 13, 18, 25, 27, 28, 29, 30, 46.

Като цяло са конструирани и изследвани нови или подобрени квази-МК и рандомизирани квази-МКМ и алгоритми за решаване на системи линейни уравнения, намиране на екстремални собствени стойности на големи разреждени матрици и обръщане на матрици. Предложен е нов хибриден метод за пресмятане на най-малката собствена стойност на матрица, който включва бърз МКМ за намиране на приближение на обратната матрица, детерминистична процедура за подобряване на получената апроксимация, и квази-МК вариант на степенния метод. Конструирана и изследвана е схема с използване на квази-МКМ за приближено намиране на повече от една собствена стойност.

- **Квази-Монте Карло методи за гранични задачи** – публикации с номера: 15, 16, 20, 21, 23, 24, 50.

Резултатите в тази тематика могат да бъдат обобщени като създаване и анализиране на нови квази-МК подходи за решаване на елиптически гранични задачи. Изследвани са хибридни и рандомизирани квази-МК варианти на блуждаене. Получени са теоретични оценки за скоростта на сходимост, алгоритмите са тествани върху различни моделни задачи и са приложени за изследване на електростатичните свойства на органични молекули в разтворител. Предложени са паралелни варианти, тествани върху високопроизводителни клъстери от работни станции и изчислителен гريد. Разработени са квази-МКМ за решаване на задачи с разклоняващи се вериги на Марков. [11, 16]

- **Квази-Монте Карло за приближено пресмятане на многомерни интеграли** – публикации с номера: 1, 3, 7, 10, 19, 22, 26, 31, 51

В [1] подробно са изложени основните МК, квази-МК и рандомизирани квази-МКМ за приближено пресмятане на интеграли.

В представените публикации са конструирани, изследвани и реализирани паралелно върху различни изчислителни системи:

- квази-МКМ за приближено пресмятане на интеграли, вариант на „разделяне по важност“ (importance separation) [31]. Доказано е, че методът е с оптимален ред на сходимост за функции с ограничена производна. Обобщение за интегрални уравнения е съдържанието на [22].
- адаптивни варианти на разделяне по важност и на обикновения МКМ [26];
- нов суперсходящ метод за решаване на многомерни интеграли в [19]. Методът се явява естествено развитие на метода „разделяне по важност“, като допълнително се прилага полиномиална интерполация в подобластите.

Направен е анализ на стохастичната грешка. Числените резултати за моделна задача потвърждават теоретичните резултати за грешката.

- **Генериране и изследване на редици** – публикации с номера: 1, 3, 11, 49, 51, 52
В монографията [1] е представена съвременната теория за генериране на случайни, псевдослучайни и квазислучайни редици, които се използват в научните изследвания. Разгледани са най-известните редици (на Соболев, Холтън, Фор, Нидерайтер и др.) и техните модифицирани и разбъркани варианти. В [3] са изследвани линейни рекурентни редици над крайни пръстени. Конструираният генератор е тестван за пресмятане на многомерни интеграли.

В [11] е представен оригинален алгоритъм, реализиращ метода на Оуен за рандомизиране на квазислучайна редица, адаптиран за пресмятане върху високопроизводителни графични карти с използване на CUDA.

Разработен, тестван и използван за пресмятане на интеграли е грид-приложим генератор за разбъркана редица на Соболев [49].

Публикацията [23] изследва хибридна редица с размерност s , чиито първи p координати са координати на p -мерна квазислучайна редица, а следващите $s-p$ координати са псевдослучайни числа. Редицата е използвана в алгоритъма „случайно блуждаене по кълба“ за решаване на тримерна елиптична гранична задача.

Изследвано е генерирането на „истински“ случайни числа посредством устройството Quantum Random Bits Generator (QRBG), [51, 52].

- **Разработване и изследване на квази-МКМ, за решаване на квантови уравнения, описващи електронен транспорт в полупроводници и квантови жици. Гридификация и визуализация на числените резултати и анализ на изпълнението върху Грид** – публикации с номера: 5, 6, 8, 14, 17, 22, 53, 54, 55

Разработени са няколко версии на Грид приложение, наречено от авторите SALUTE (Stochastic ALgorithms for Ultra-fast Transport in sEmiconductors). То включва алгоритми от тип МК, квази-МК и хибридни алгоритми за изследване на ултра-бърз транспорт в полупроводници и квантови жици, както и схема за Грид изпълнение, специално разработен графичен интерфейс за работа върху Грид инфраструктурата, средства за наблюдение на изпълнението, анализ и визуализация на резултатите. Изследвана е изчислителната сложност на алгоритмите, обоснована е нуждата от използване на високопроизводителни изчислителни системи, включително Грид-системи, и са предложени различни методи за максималното им натоварване.

- **Паралелни пресмятания и ефективна реализация върху съвременни изчислителни системи**

Голямата популярност на МК и квази-МКМ се дължи и на факта, че често пъти те са единственото решение за големи и много големи задачи, което от своя страна е свързано с използването на мощни изчислителни системи. В почти всички публикации са показани числени експерименти на предлаганите алгоритми върху високопроизводителни кълъстери и/или върху изчислителен грид, а някои публикации специално изследват паралелната ефективност.

С цел ефективно изпълнение на приложенията, разработени са гريد услуги и мидълуеър, като публикация [67] е в българско издание с цел популяризиране на възможностите на съвременните изчислителни системи.

7. Цитирания

От приложената справка за забелязани цитирания, кандидатката има общо 35 статии, цитирани 103 пъти. Сред цитатите се забелязват такива в: монографии на реномираните издателства Springer и Wiley, серията Lecture Notes in Computer Science, Springer - Verlag, Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Technological and Economic Development of Economy, LN in Artificial Intelligence and LN in Bioinformatics, Journal of Computational Physics, Journal of Applied Mathematics, Statistics and Informatics (JAMSI), Physics in Medicine and Biology, Mathematics and Computers in Simulation и др. Всичко това далеч надхвърля изискването за поне 20 от цитиранията да са в списания с импакт фактор или в специализирани международни издания.

8. Критични бележки

Нямам.

9. Заключение

Считам, че изброените доводи несъмнено показват, че кандидатката удовлетворява всички задължителни показатели в съответствие с изискванията на ЗРАС и Правилника на ИИКТ при БАН и убедено препоръчвам на уважаемото Научно жури, да избере Анета Недева Караиванова за „ПРОФЕСОР” по обявения конкурс.

София, 24 ноември, 2011

Рецензент:



доц. д-р Маруся Златева

катедра ВООС на ФМИ,

СУ "Св. Ки. Охридски"