

## Рецензия

От проф. д-р Марусия Никифорова Божкова,  
Катедра „Вероятности, операционни изследвания и статистика“  
при ФМИ на СУ

по трудовете на гл. ас. д-р София Ламброва Ивановска,  
представени за участие в конкурса за академичната длъжност „доцент“  
към Института по информационни и комуникационни технологии  
(ИИКТ) при БАН по специалност  
**01.01.12 „Информатика (Грид технологии и приложения)“**  
обявен в брой 86 на Държавен вестник от 17 октомври 2014 г.

Тази рецензия е написана и представена въз основа на заповед № 209/18.12.2014 г. на Директора на ИИКТ при БАН, както и на решение на научното жури по процедурата (Протокол № 1 от 19.12.2014 г.). Тя е изготвена съгласно изискванията на Закона за развитие на академичния състав (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Устава на БАН, Закона за БАН и неговия Правилник за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Българска Академия на Науките и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ.

София Ламброва Ивановска е единствения кандидат по конкурса.

### 1. Описание на документите по конкурса

Комплектът съдържа:

- автобиография по европейски формат
- копие от диплома за образователна и научна степен „доктор“
- списък на научните публикации
- списък на цитиранията на научните публикации
- резюмета на научните публикации, представени за участие в конкурса
- удостоверение за стаж по специалността
- копия на научните публикации, представени за участие в конкурса

### 2. Кратки биографични данни

Главен асистент д-р София Ивановска е родена през 1977 г. През 2000 г. завършва СУ „Св. Климент Охридски“, Факултета по математика и информатика (ФМИ), специалност Математика, специализация Числени методи и алгоритми, втора специалност Учител по математика и учител по информатика. В периода 2000 – 2004 година е редовен докторант в Института по паралелна обработка на информацията (понастоящем преименуван в ИИКТ) – БАН с научен ръководител проф. д-р Анета Караиванова. През 2007 г. получава образователна и научна степен „Доктор“ по научна специалност 01.01.13

„Математическо моделиране и приложение на математиката“ за дисертационен труд на тема „**Квази-Монте Карло методи за интегрални уравнения**“. В периода от 1999 г. досега работи в Института по информационни и комуникационни технологии (ИИКТ) при БАН (наследник на Централна лаборатория по паралелна обработка на информацията (ЦЛПОИ), преименуван по-късно на Институт по паралелна обработка на информацията (ИПОИ) и понастоящем Институт по информационни и комуникационни технологии (ИИКТ)) като последователно заема длъжностите програмист и математик, а от 2009 до момента е главен асистент в същия институт. Освен това, в периода от 2008 досега е била хоноруван асистент и е водила упражнения по задължителната дисциплина “Стохастични числени методи и симулации” в бакалавърската програма „Статистика” и едноименна дисциплина в магистърската програма „Вероятности, актюерство и статистика“ към катедра Вероятности, операционни изследвания и статистика (ВОИС) на Факултета по математика и информатика (ФМИ) при СУ “Св. Климент Охридски”.

Високото научно ниво на работата и достиженията на Ивановска не остават незабелязани от българската и международна колегия. 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.

### **3. Обща характеристика на научно-изследователската и педагогическата дейност на кандидата**

Основните научни интереси на гл. ас. д-р Ивановска попадат в областта на **Грид технологиите и техните приложения**, което напълно съвпада с научната специалност на конкурса 01.01.12 „Информатика” (Грид технологии и приложения) в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки”.

Освен представените публикации за участие в конкурса, които ще коментирам по-детайлно в следващия параграф, към научно-изследователската дейност на кандидатката се отнася и участието ѝ в работата по 11 национални, на 1 от които е ръководител на колектива и 10 международни проекта.

Съществена е и учебно-педагогическата дейност на кандидатката, която ми е особено приятно да коментирам. В качеството ми на ръководител на МП „Вероятности, актюерство и статистика” към ФМИ при СУ познавам добре и имам лични впечатления от работата на София Ивановска като водещ семинарните упражнения в програмата по дисциплината „Стохастични числени методи и симулации” през последните 6 години. Освен това в последните пет години тя е част от екипа на едноименната задължителна дисциплина в бакалавърската степен на специалност „Статистика” на ФМИ. Водените от екипа лекции и упражнения по „Стохастични числени методи и симулации” са на високо научно ниво в областта, с предоставени лекционни записки и материали на студентите. Те може да бъдат използвани не само от студентите в МП ”Вероятности, актюерство 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 екип в програмата допринесе изключително много за повишаване на 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, което дава възможност на най-изявените да навлязат в изследователските задачи на водещите екипи в областта на паралелните методи и алгоритми.

#### 4. Публикации

Приложеният списък от резюмета се отнася за 21 научни публикации.

Списъкът на публикациите за участие в конкурса съдържа 21 заглавия при необходими **поне 20 научни публикации**. Представените за конкурса трудове – 21 публикации, подредени в реда на публикуването им са извадка от общо 32 работи, публикувани в периода 2003-2014.

Най-общо представените публикации съдържат нови и оригинални резултати в областта на **Грид технологиите и тяхното приложение** за реални задачи. Областта на изследванията включва разработване и подобряване на МКМ за решаване на интегрални, интегрални уравнения и многомерни интегрални, оценка на изчислителната сложност, ефективно използване на съвременните изчислителни средства (високопроизводителни кълъстери, изчислителен грид, кълъстери от графични карти), изследване и сравнителен анализ на резултатите за индексите на чувствителността за различни МКМ алгоритми.

Представените за рецензиране 21 работи с номера по общия списък на публикациите: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 30, 31 са публикувани, както следва:

- Journal on Monte Carlo Methods and Applications, De Gruyter – 1 публикация, (№4), (с SJR индекс);
- Journal of Scalable Computing: Practice and Experience – 1 публикации, (№ 18), (с SJR индекс);
- Journal of Computational and Applied Mathematics – 1 публикация, (№ 16), (с импакт фактор);
- Journal of Earth Science Informatics – 1 публикация, (№ 15) (с импакт фактор);
- Springer LNCS – 7 публикации, (№ 2, 6, 7, 13, 14, 30, 31), (с SJR индекс);
- Mathematics in Industry, Cambridge Scholar Publishing, 1 публикация (№ 1);
- MIPRO 2009, 2010, 2012, 2013, Proceedings of the International Convention, IEEE, 4 публикации, (№ 23, 17, 5, 3), (с SJR индекс);

- Springer - ICT Innovations 2011, AISC 150 – 1 публикация (№ 8), (с SJR индекс);
- BGSIAM'2008, 2009, 2011 Proceedings – 3 публикации (№ 22, 20, 9);
- AIP Conference Proceedings – 1 публикация (№ 10), (с SJR индекс).

От горе-изложения списък може да се резюмира, че от представените 21 работи, 2 са публикувани в издания с импакт фактор и 14 в специализирани международни издания в областта (с SJR индекс), което е безспорно доказателство за високото научно ниво на кандидатката. Освен това се удовлетворява изискването на Правилника на ИИКТ-БАН **поне 15 от представените публикации да са в списания с импакт фактор или в специализирани международни издания.**

Всички публикации са в съавторство, както с водещи български учени, така и с чуждестранни учени от Полша, Иран, Франция и Русия което показва, че кандидатката има утвърдено име не само у нас, но и в чужбина. От представените работи 7 са с един съавтор (№ 3, 6, 9, 10, 17, 20, 30), 5 са с двама съавтори (№ 2, 4, 5, 7, 13) и 9 с повече от двама съавтори (№ 1, 8, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 31). Приемам, че във всички представени за участие в конкурса публикации кандидатката има еднакъв принос със своите съавтори.

#### **5. Актуалност и съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения, съгласно публикациите, представени за участие в конкурса**

С повишения капацитет на компютрите в последните години се развиват тежки изчислителни методи, които в миналите години са били пренебрегвани поради голямата си изчислителна сложност. От друга страна, МКМ 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.

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. Известни са два общи подхода за подобряване на сходимостта на МКМ: чрез намаляване на дисперсията на оценяваната величина, и чрез 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.

Научните и научно-приложните приноси на кандидатката напълно съответстват на научната специалност **01.01.12 „Информатика (Грид технологии и приложения)“**. Те включват изследвания на задачи, които са важни приложения на информатиката за моделиране на реални процеси. *По-конкретно, те са свързани с грид технологиите и техните приложения във финансите, екологията и опазване на околната среда, конструиране и изследване на нови квази-Монте Карло и рандомизирани квази-Монте Карло методи и алгоритми за приближено решаване на интегрални уравнения, на задачи на линейната алгебра и тяхната паралелна реализация върху съвременни изчислителни системи.* Те са свързани с най-новите насоки в развитието на областта. Резултатите на София Ивановска могат да се обособят в следните направления:

**I. Грид приложения** – в което попадат работи с № 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 15, 17, 18, 23, 30, 31, които могат да бъдат класифицирани допълнително в следните подгрупи:

- **При Квази-Монте Карло методи за задачи на линейната алгебра** – това е работата с номер 17.

Като цяло са конструирани и изследвани нови или подобрени квази-МКМ 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.

- **При Квази-Монте Карло за приближено пресмятане на многомерни интегрални и интегрални уравнения**– това са публикации с номера: 15, 30, 31.

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

- a. адаптивни варианти на разделяне по важност и на обикновения МКМ (№ 30, 31);
- b. паралелна реализация на Собол редица за грид среда и са представени числени резултати върху хетерогенен грид (№ 15).

- **При Системи за управление на грид ресурси** - това са публикации с номера: 14, 18.

Работа с № 18 е посветена на проект за развитие на система за управление и разпределяне на грид ресурси, базирана на екип от агенти. Изследвани са източниците на информация, генерирана в системата и се оценява коя информация следва да бъде съхранена, с цел дългосрочна устойчивост на екипа от агенти.

Статия № 14 разработва система за управление и разпределяне на грид ресурси, базирана на екип от агенти като по-точно се разглежда въпроса за запазване на екипа чрез огледално копие на ключова информация.

- **При Системи за управление на грид ресурси, базирани на US “Integrated Process Rate Analysis” (EPA) Models-3 системата** - това са публикации с номера: 2, 3.

В публикация № 3 според методологията на Собол-Салтели се оценява влиянието на различните входни параметри като концентрацията в различни SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) категории (при постоянни метеорологични условия) върху изходните концентрации над България. С цел получаване на надеждни оценки на коефициентите на Собол, са реализирани големи MPI задачи на изчислителни кълстери в югоизточния район.

Работа № 2 има за цел да дефинира ключови показатели за ефективността на сложни грид приложения, които включват различни видове обработка в рамките на една и съща грид изчислителна задача. Работата на приложението е с голяма сложност по отношение на входните и изходните данни, които натоварват, както изчислителните възможности, така и работата с данни на ресурсните центрове.

- **При модела на Хестън със стохастична волатилност за моделиране цените на опциите на финансовите пазари** - това са публикации с номера: 4, 5, 6.

В публикация № 6 е разработена GPGPU- базирана версия на алгоритъма за ефективна паралелна реализация на модела на Хестън със стохастична волатилност, която значително намалява изчислителното време. За оценяване на изпълнението и точността на метода на Андерсен, приложен за симулация на цената на акциите и дисперсията по метода на Хестън, той е тестван с псевдослучайни и квазислучайни редици. Работа № 5 доразвива модела на Хестън със стохастична волатилност, изразена чрез добавяне на скокообразен процес на Поасон, който отразява по-адекватно цялостното поведение на цените на пазара със шокови изменения. Описани са популярни схеми за ценообразуване на опции с помощта на CUDA графични карти. Използвани са модификации на редиците на Собол и Холтън за разработените квази-МК алгоритми. Числените резултати от пресмятането и времето на изпълнение показват отлична ефективност на разработения подход върху избраните изчислителни платформи. Основният акцент в работа № 4 е върху ефективното прилагане на схемите на Кал-Джейкъл и Андерсън с използване на разбъркани редици на Собол и Холтън. Числените експерименти са разработени с помощта на CUDA за графични карти NVIDIA. Разработените методи са приложени за изчисляване на индексите на чувствителността на Собол на цените на опции. Когато параметрите на модела на

Хестън са калибрирани с наблюдавани пазарни цени, разработения модел може да се използва за изчисляване на цените на екзотични акции с МК и квази-МК симулации.

- **При модела на Навие-Стокс-Фурие за непрекъсната среда** – това е публикация №10.

Разработен е алгоритъм тясно свързан с числени схеми, използвани за приближено решаване на уравненията. Сравнени са upwind, централна диференъчна схема и схемите от типа total variation diminishing (TVD): Min-Mod, QUICK и SUPERBEE.

## **II. Генериране и изследване на редици** – това са публикации с номера: 7, 8, 13, 23

В статията № 7 са изследвани линейни рекурентни редици над крайни пръстени. Конструирани са генератори са тествани за пресмятане на многомерни интегрални. В работа № 8 е предложен нов клас конгруентни генератори на псевдослучайни числа на базата на редици, генериращи пермутации. Проведения анализ и приложения показват, че те са подходящи за приближено пресмятане на многомерни интегрални и интегрални уравнения.

В работа № 13 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 интегрални е гريد-приложим генератор за разбъркана редица на Соболев (№ 23).

## **III. Анализ на индексите на чувствителността за конкретни модели** – публикации с номера: 9, 16, 20, 22.

Тази група публикации са обединени от общата тема за оценяване на индексите на чувствителността на разработените модели, като по-конкретно публикация № 22 е посветена на два подхода за пресмятане на малки индекси на чувствителността. Това е мотивирано от неефективността на стандартния МК алгоритъм в случая на малки индекси на чувствителността, поради загуба на точност. Първият подход само заменя оригиналната подинтегрална функция, което води до намаляване на математическото очакване, докато при втория се комбинира предходния подход с подход наречен „корелираща извадка“. Резултатите с втория подход се оказват по надеждни и съответстват на очакваните тенденции с Датския Ойлеров модел (Unified Danish Eulerian Model (UNI-DEM)). Статия № 20 представлява сравнителен експериментален анализ между резултатите за индексите на чувствителността, получени чрез адаптивен МК алгоритъм за числено интегриране и тези чрез софтуерния пакет SIMLAB. Резултатите показват предимство за адаптивния МК алгоритъм, поради по-малката относителна грешка.

В статия № 16 се разглежда системна процедура за анализ на чувствителността на задача в областта на моделирането на замърсяването на въздуха. Във фокуса на изследването е UNI-DEM, но предложената процедура може да се прилага и за други широкомащабни математически модели. И накрая, в работа № 9 е разработен инструмент за визуализация на резултати, получени при анализ на чувствителността на големи математически модели.

#### **IV. Инсталиране и конфигуриране на високопроизводителен клъстер – това е публикация № 1**

Тази най-нова работа е свързана с развитието на изчислителната инфраструктура, като представя нов подход при инсталирането и конфигурирането на високопроизводителен клъстер с грид достъп в ИИКТ-БАН. Използван е най-съвременния хардуер и софтуер за паралелни изчисления. Клъстерът служи като център на българската грид инфраструктура и гарантира участието на български изследователски групи в европейските виртуални научноизследователски общности.

#### **6. Цитирания**

От приложената справка за забелязани цитирания, кандидатката има общо 14 статии, цитирани 29 пъти, от които *14 са в списания с импакт фактор* и 6 в списания с SJR индекс. Всичко това далеч надхвърля изискването за поне 7 от цитиранията да са в списания с импакт фактор или в специализирани международни издания.

Сред цитатите се забелязват такива в: монографии на реномираните издателства Springer и John Wiley, серията Lecture Notes in Computer Science, Springer - Verlag, Statistical Applications in Genetics and Molecular Biology, De Gruyter, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Mathematical Geosciences, International Journal of Greenhouse Gas Control, Journal of Computational and Applied Mathematics, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, Journal of Scalable Computing: Practice and Experience, Earth Science Informatics, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Physics in Medicine and Biology, IEEE Systems Journal. От така посочените цитирания е видно, че научните резултати на София Ивановска са известни на учените в областта, както у нас, така и в чужбина.

#### **7. Критични бележки**

Нямам. По-скоро имам една препоръка към кандидатката, която засяга оформянето на материалите – превода на резюметата на места е толкова формален, че трудно се открива смисъла в някои формулировки, следващи английския словоред на изречението. Убедена съм, че неформален превод на резюметата на резултатите от страна на кандидатката много повече би улеснило анализа им.

#### **8. Заключение**

Считам, че всичко изброено дотук несъмнено показва, 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 София Ламброва Ивановска за „ДОЦЕНТ” по обявения конкурс.

София, 12 февруари, 2015