

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Анета Недева Караиванова, ИИКТ-БАН

на материалите, представени за участие в конкурс  
за заемане на академичната длъжност „доцент”  
в ИИКТ-БАН

по професионално направление *4.5 Математика,*  
*специалност 01.01.09 Изчислителна математика (Монте Карло анализ на*  
*чувствителността и решаване на интегрални уравнения)*

**Основание за рецензията:** Със заповед на Директора на ИИКТ-БАН съм определена за член на научното жури на конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент” по професионално направление 4.5. Математика, специалност Изчислителна математика (Монте Карло анализ на чувствителността и решаване на интегрални уравнения), обявен в Държавен вестник, бр. 64 от 16.08.2016 г., за нуждите на секция „Паралелни алгоритми“ в ИИКТ-БАН. На първото заседание на научното жури съм избрана за рецензент.

За участие в обявения конкурс е подал документи единствен кандидат: гл. ас. д-р Райна Спасенкова Георгиева от ИИКТ-БАН.

### *1. Общо представяне на получените материали*

Кандидатът Райна Георгиева участва в конкурса с всички необходими документи съгласно ЗРАСБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН, и специфичните условия на ИИКТ-БАН>

За рецензиране са представени в пълен текст 20 публикации, с които не кандидатът не е участвал в предходни конкурси (за придобиване на образователната и научна степен доктор и/или за заемане на академичната длъжност главен асистент). Тези двадесет публикации (цитирането на техните номера съответства на списъка на публикациите за рецензиране, предоставен от кандидата) могат да бъдат класирани, както следва:

- Публикации в издания с импакт фактор – 5, от които:
  - *International Journal of Environment and Pollution*, Interscience Enterprises Ltd. (IF 2010: 0.626), - публикация [4];
  - *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Elsevier (5-year IF: 1.228) – публикация [10];

- *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier (IF 2012: 1.901) - публикация [12];
- *Computers and Mathematics with Applications*, Elsevier (IF 2012: 2.069) - публикация [13];
- *Central European Journal of Mathematics*, (IF 2012: 0.405) - публикация [17];
- Публикации в издания с импакт ранг SJR (SCOPUS) – 11, от които:
  - Springer LNCS (SJR: 0.332) – 8 ([2], [3], [5], [7], [14], [18], [19], [20] );
  - Springer Proceedings in Mathematics and Statistics (SJR: 0.111) – 1 ([15]);
  - AIP conference proceedings (SJR 2013: 0.161): 2 ([6], [8]);
  - Elsevier (SJR 2010: 0.1440– [1];
- Публикации в трудове на научни конференции с международно участие – [9], [11], [16].

***По брой на съавторите:***

- С един съавтор – 6;
- С двама съавтори – 2;
- С трима или повече съавтори – 12.

Приемам, че приносът на съавторите е равен. Всички публикации са на английски език.

***2. Кратки биографични данни за кандидата.***

Райна Георгиева е родена през 1977 г. През 2000 г. се дипломира като Магистър по математика (специализация „Числени методи и алгоритми“) във Факултета по математика и информатика (ФМИ) на Софийски университет „Св. Кл. Охридски“. В периода 2001-2004 е редовен докторант в ИПОИ-БАН (понастоящем, ИИКТ-БАН), с научен ръководител проф. Иван Димов. През 2010 г. защитава дисертация на тема „Изчислителна сложност на алгоритми Монте Карло за многомерни интеграли и интегрални уравнения“ и придобива ОНС „Доктор“ по специалност 01.01.09 Изчислителна математика.

Целият трудов стаж (14 години и 11 месеца) на Райна Георгиева преминава в ИИКТ-БАН (наследник на ЦЛПОИ-БАН и ИПОИ-БАН). Започва като програмист през 1999 г., и продължава като математик в периода 2004-2010, научен сътрудник 2-ра степен през 2010, и главен асистент от 2011 до сега.

Има две научни визити в Университета на Рединг (3 седмици през 2007 г. и 4 седмици през 2008 г.), и 4 специализирани обучения (по Грид пресмятания през 2006 и 2008 г., по високо-производителни пресмятания – през 2010 г., и по Анализ на чувствителността през 2010 г.)

През 2011 г. получава наградата на БАН за млади учени „Проф. Марин Дринов“ в областта на математическите науки., през 2014 г. получава почетна грамота от ИИКТ-БАН, има и награда за най-добра статия от MIPRO през 2007 г.

### **3. *Обща характеристика на научната и научно-приложната дейност на кандидата***

Научната и научно-приложната дейност на кандидата е в областта на конкурса и показва, че д-р Георгиева е изграден учен със сериозна научна продукция и преподавателска опит. Основните научни резултати на кандидата са в актуална и интензивно развиваща се област – областта на Монте Карло методите (МКМ) и техните приложения – и са изложени в 31 публикации. От тях, 20 публикации са представени за рецензиране в настоящия конкурс, а 7 са предоставени в процедурата за придобиване на ОНС „доктор“. Всички работи, с които д-р Георгиева участва в конкурса, са публикувани в периода 2010-2016, т.е. след защитата на дисертацията, и съдържат нови резултати в областта на МКМ. Освен това, в периода 2004-2016 г. д-р Георгиева е участвала общо в 20 научно-изследователски проекта (национални и международни), като е ръководила един научен проект с ФНИ, и е била член на колектива по 9 проекта с ФНИ, 7 проекта, финансирани от ЕК, един проект, финансиран от НАТО, един проект, финансиран от ASO, един проект, финансиран по ОП „Конкурентноспособност“. Д-р Георгиева е представила научните си резултати на 25 международни конференции. Тук бих искала да добавя, че д-р Георгиева има и преподавателски опит – като хоноруван преподавател е водила упражнения по „Числени методи за диференциални уравнения“ във ФМИ, СУ „Кл. Охридски“.

### **4. *Приноси в представените за рецензиране работи:***

Оценката на научните и научно-приложните приноси е на базата на 20 публикации, представени за рецензиране. Приносите могат да се групират в следните три направления:

- ***Нови Монте Карло методи и алгоритми за приближено решаване на интегрални и интегрални уравнения [1, 2, 13, 15, 20]***

Методите за приближено пресмятане на многомерни интегрални са особено важно приложение на Монте Карло подхода, поради факта, че има широк клас задачи (например, интегрални с голяма размерност или с изчислителни особености), за които МКМ са единствените възможни числени методи за решение. В публикациите на д-р Георгиева са предложени два Монте Карло метода за числено интегриране: адаптивен метод [1], който е особено подходящ и ефективен за подинтегрални функции с изчислителни особености, и рандомизиран квази-Монте Карло метод [2], който подобрява скоростта на сходимост и позволява по-малка относителна грешка при сравнително малка извадка за някои задачи. Тези методи д-р Георгиева прилага при анализ на чувствителността (за пресмятане на т.нар.

индекси на чувствителност, които по същество представляват многомерни интеграли в подобласти на  $d$ -мерния единичен куб), но те имат и самостоятелно значение. Адаптивният Монте Карло метод е представен в публикация [1], която представлява разширен абстракт и представя идеята на метода. Вторият метод е представен в няколко модификации в публикации [2], [13] и [15]. Публикацията [2] представя една много свежа идея за рандомизиране на редиците на Собол и приложение на модифицираните редици при числено интегриране. Методът е тестван за пресмятане на интеграли с неголяма размерност и различни тестови функции и дава отлични резултати. Този метод е изследван задълбочено теоретично и с числени експерименти в публикация [13], където е представен и алгоритъм с разбъркани (scrambled) редици (за редиците на Собол е приложено разбъркване от тип Оуен). В публикация [15] са конструирани и изследвани два алгоритми, които са нови версии на Монте Карло метода за числено интегриране, представен в [13]. Единият алгоритъм представлява модификация, в която освен случайна точка върху сфера с радиус съответната квазислучайна точка на Собол, се генерира още една – нейната централно-симетрична точка спрямо центъра на съответната подобласт, на която принадлежи оригиналната квазислучайна точка на Собол. Предложена е и още една модификация на този алгоритъм, използващи „изместени“ точки на Собол. Бих предложила на д-р Георгиева да направи сравнение и с детерминистични методи.

В публикация [20] е описан алгоритъм Монте Карло за приближено пресмятане на линеен функционал от решението на интегрално уравнение на Фредхолм от втори род, изследвани са систематичната и стохастичната грешка и техния баланс. Разгледана е задачата за намиране на оптимално съотношение между броя на реализациите на случайната величина и средния брой състояния във веригата на Марков с цел постигане на предварително зададена точност на приближеното решение. Получени са долни граници за броя на реализациите на използваната случайна величина и броя на итерациите във веригата на Марков. Разработеният алгоритъм Монте Карло е приложен върху тестови задачи с приложен характер.

- **Анализ на чувствителността на големи математически модели:** модел на пренос на замърсители във въздуха ([3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [16], [17]) и пренос на електрони [18];

Смятам за сериозно достижение разработения количествен механизъм за анализ на чувствителността на модел, описващ пренос на замърсители във въздуха. Този метод е приложен за изследване на Унифицирания Датски Ойлеров Модел (UNI-DEM), като за целта е разработена нова версия на модела, SA-DEM, която не променя същността на модела (системата от параболични частни диференциални уравнения), а неговия входно-изходен интерфейс. Публикациите [3, 4, 5, 6, 7, 8] са посветени на изследване на изчислителните характеристики на новата версия на модела SA-DEM (паралелна

ефективност, скалируемост) върху различни компютърни системи (грид, голям клъстер и суперкомпютър). Изследванията са качествено направени и резултатите са прецизно и пълно описани.

В публикации [8, 9, 10, 11, 12] са описани резултатите от численото изследване на чувствителността на концентрацията на важни замърсители (например, озон) спрямо измененията на скоростните константи на протичащите химични реакции в модела SA-DEM. При изследването са използвани известни подходи за глобален анализ на чувствителността - метод на Собол, метод на Салтели и Кучеренко, амплитуден тест на Фурие за чувствителността (FAST) и софтуерен пакет за анализ на чувствителността (SIMLAB). Мрежовата функция (дефинирана чрез стойности на модела) е апроксимирана с полином, след което са приложени алгоритми Монте Карло за приближено пресмятане на интеграли (обикновен алгоритъм Монте Карло, адаптивен алгоритъм, алгоритъм квази-Монте Карло с редици на Собол и алгоритъм Монте Карло с „изместени“ точки на Собол), за оценка на индексите на чувствителността. Целта на тези изследвания е да се сравнят различни алгоритми за числено интегриране по отношение на тяхната ефективност при численото пресмятане на индексите на чувствителността, съответстващи на концентрациите на някои замърсители, спрямо скоростните константи на избрани химични реакции.

В публикация [16] е описан разработеният начален прототип на визуализационен апарат за представяне на получените резултати от изследване на чувствителността на озоновите концентрации спрямо колебанията на скоростните константи на някои химични реакции в модела за далечен пренос на замърсители във въздуха UNI-DEM (SA-DEM). Визуализационният апарат е разработен с GUI Builder на Matlab.

В публикация [17] са описани резултатите от проведения анализ на чувствителността на концентрациите на основни замърсители във въздуха (озон, амоняк, амониев сулфат и амониев нитрат), симулирани от разглеждания модел за далечен пренос на замърсители във въздуха (версия SA-DEM), спрямо нивата на четири групи от вредни емисии в резултат от човешка дейност – азотен оксид и диоксид, серен диоксид, амоняк, антропогенни въглеродороди, в три европейски градове с различно географско разположение (Милано, Манчестър и Единбург).

В публикация [18] са представени резултатите от провеждането на анализ на чувствителността на физичен модел за пренос на електрони. В тестовия модел са фиксирани следните параметри: изследване на чувствителността на уравнението на Болцман, описващо пренос на електрони в едномерен силициев диод, спрямо колебанията на променливите, свързани с геометрията, температурата и концентрацията на допинга на устройството. За

осъществяването на процедурата за анализ на чувствителността са генерирани стойности на променливите със софтуерния пакет за анализ на чувствителността SIMLAB.

- ***Нови Монте Карло Методи за квантов транспорт, [19]***

Отделям приносите в публикация [19] в отделна група не само поради значимостта на получените резултати, но и защото това е ново направление в работата на д-р Георгиева, различно от научните направления на изследванията в дисертацията и периода преди това.

В публикация [19] е представен ансамблов алгоритъм за квантов транспорт, чиято основна характеристика е използването на квантово фазово пространство и дискретни закони за разсейване. Разработеният алгоритъм за квантов транспорт е приложен и тестван за начална конфигурация от електрони, разположени в центъра на фазовото пространство. Наблюдавани са и са анализирани и някои нефизични ефекти, като е показано, че те изчезват в границата на непрекъснатост, при която разстоянието между възлите клони към нула. Този резултат е първият голям успех в утвърждаването на стохастичния метод, показващ, че генерирането на неподвижни частици със знак, които анихилират, е пълноправна алтернатива на Закона за ускорението.

## ***5. Цитирания***

Общият брой цитирания, посочени от кандидата, е 41, от които 17 са от публикации в списания с импакт фактор, 16 в специализирани международни издания и книги, 4 в дисертации, защитени в чужбина и 4 в дисертации, защитени в България.

За публикациите, с които д-р Георгиева участва в конкурса, са посочени 22 цитирания, от които 10 са от публикации в списания с импакт фактор, 7 са в специализирани международни издания и книги, 4 в дисертации, защитени в България и 1 в дисертация, защитена в чужбина.

## ***6. Оценка на личния принос на кандидата***

Всички представени за участие в конкурса публикации са в съавторство, но в тази област е естествено да се работи в колективи. В същото време, личният принос на кандидата не подлежи на съмнение.

## ***7. Критични забележки и препоръки***

Имам несъществени критични забележки по стила на изложение в някои работи, които съм споделила с кандидата. Бих препоръчала разширяване на обхвата на приложение на разработените нови методи и алгоритми.

## ***8. Лични впечатления***

Личните ми впечатления от Райна Георгиева като колега и специалист са отлични. Познавам д-р Георгиева от 2000, работили сме съвместно по различни научни проекти, присъствала съм на представяния на нейни резултати на семинари и научни конференции и определено смятам, че тя постигна безспорни научни и научно-приложни резултати. Райна е задълбочена, прецизна, трудолюбива и отговорна в работата си.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Документите и материалите, представени от гл. ас. Райна Георгиева отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСБ и съответния правилник на ИИКТ-БАН. **Постигнатите от д-р Райна Георгиева резултати в научно-изследователската дейност напълно съответстват, а по много показатели надминават специфичните изисквания на ИИКТ-БАН за заемане на академичната длъжност „доцент”** съгласно приетия правилник за приложение на ЗРАСРБ.

След запознаване с представените в конкурса материали и научни трудове и анализ на тяхната значимост и съдържани се приноси, убедено давам своята **положителна оценка** и препоръчвам на Научното жури да изготви доклад-предложение до Научния съвет на ИИКТ-БАН за избор на гл. ас. д-р Райна Спасенкова Георгиева на академичната длъжност „доцент” в ИИКТ-БАН по професионално направление 4.5 Математика, специалност 01.01.09 Изчислителна математика (Монте Карло анализ на чувствителността и решаване на интегрални уравнения).

5. 12.2016 г.