

РЕЦЕНЗИЯ

на материалите, представени за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност професор в професионалното направление 4.5 Математика, научна специалност 01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката, „Интервални методи и софтуер за линейни параметрични задачи с неточни данни”,

обявен в ДВ, бр. 42 от 05.06.2012 г.

Рецензент: проф. д.т.н. Любомир Варадинов Колев

За участие в обявения конкурс за професор е подал документи един единствен кандидат - доц. д-р Евгения Димитрова Попова.

I. Обща характеристика на научно-изследователската и преподавателската дейност на кандидата

Резултатите от цялостната научна дейност на доц. Евгения Попова са отразени в 93 публикации, от които 21 са в списания с импакт-фактор (Приложение 5). Кандидатът е ръководил или участвувал в разработката на 31 научно-изследователски проекта както следва:

- ръководител на 5 научни проекта, от които 3 са с чуждестранно участие;
- водещ изпълнител в 5 международни и 3 национални научно-изследователски проекта;
- изпълнител в 6 международни и 12 национални научно-изследователски проекта;
- консултант в 6 научно-изследователски проекта на национално ниво.

Доц. Попова участва активно и като докладчик на научни форуми у нас и в чужбина (вж. Приложение 16) с общ брой доклади 85. По-конкретно тя има:

- 16 доклада, изнесени в чуждестранни университети;
- 43 доклада на авторитетни международни научни форуми;
- 23 доклада на национални конференции и семинари.

Доц. Попова има дълъг и богат преподавателски стаж от 20 години – от 1992 г. досега е била 24 семестъра хоноруван преподавател в ФМИ на СУ „Св. Кл. Охридски”. Водила е лекционни курсове с упражнения за редовни студенти (от 2003 г. – за студенти от магистърската степен на обучение) по следните дисциплини (вж. Приложение 11):

- Компютърни езици за научни изследвания;
- Системата „Математика”;
- Уеб-достъпни изчисления;
- Надеждни изчисления.

През 2008 г. е водила лекционен курс с упражнения на тема „С за научни изчисления” за млади научни работници от Института за космически изследвания към БАН.

За участие в настоящия конкурс доц. Попова е представила общо 31 публикации, като 23 от тях са в чуждестранни научни форуми, а останалите – в България. От чуждестранни публикации 11 са научни статии в авторитетни списания, такива като Computing, Soft Computing, Journal of Computational and Applied Mathematics, Numerical Algorithms и BIT Numerical Mathematics. 12 статии са публикувани в научни списания с импакт-фактор. Представените публикации са основно дело на кандидата – 15 публикации са самостоятелни, 10 са в съавторство, а останалите са с повече от 2

автора. В публикациите със съавтор Е.Попова не е водещ автор само в 4 от тях. Работите К30 и К31 няма да бъдат рецензирани, т.к. са били представени за участие в предишен конкурс.

Научните интереси на кандидата са основно в областта на интервалния анализ, т.е. анализ на задачи, в формулировката на които участвуват неточни данни (параметри), зададени като интервали. По-конкретно изследователската дейност на доц. Попова е насочена към решаване на системи линейни алгебрични уравнения от вида

$$A(p)x = b(p), \quad p \in P, \quad (1)$$

където елементите на $A(p)$ и $b(p)$ зависят линейно или нелинейно от компонентите p_j на реалния вектор p , вариращи в компонентите p_j на интервалния вектор P .

Отличително качество на научно-изследователската дейност на кандидата е комплексният характер на изследванията. Действително, доц. Попова има постижения в следните три аспекта на разработваната тематика:

а) получаване на теоретични резултати за разглеждания клас параметрични задачи: методи за приблизително решаване, т.е. намиране на външни или вътрешни (покоординатни) интервални оценки на така нареченото обединено множество от (точкови) решения (ОМР), методи за намиране на точни интервални граници на ОМР, а така също и за явно (при определени условия) описание на ОМР;

б) разработка на специализирани софтуерни средства за реализиране на споменатите в горния пункт методи, които имат за основа алгоритми с автоматична верификация на числовите резултати и по този начин водят до гарантирани външни или вътрешни включвания;

в) прилагане на новите методи и съответните софтуерни средства за решаване на линейни параметрични задачи, възникващи в различни области на инженерните и биологичните науки.

II. Научни и научно-приложни постижения на кандидата

A. Научни приноси

Като постижения с научен принос могат да бъдат отбелязани следните резултати от Раздел 1 „Методи за линейни параметрични задачи с интервални данни” от Авторската справка за научни приноси на кандидата.

1. Въведено е понятието „силна регулярност” за случая на параметричните матрици [27], което е принос с методологичен характер. В Теорема 1 и 2 са доказани някои полезни свойства на силно-регулярните параметрични матрици. Теорема 3 дава компютърно-проверяеми достатъчни условия за силна регулярност (т.к. проверката на тези условия се реализира с помощта на аритметика с насочени закръгления).

2. Разработени са нови числени методи или са подобрени съществуващи методи за определяне на външните интервални решения (ВИР) на разглеждания клас параметрични системи. В [23] е предложен итерационен метод за определяне на ВИР (с автоматична верификация на резултатите), приложим за случая на линейни параметрични зависимости, който е едно обобщение на съответен оригинален метод на S. Rump. Обобщеният метод, основаващ се на достатъчните условия за регулярност от [27], води до по-тесни ВИР и затова има по-широка област на приложимост (както това е показано в [23], [15], [24], [26] и [28]).

Методът от [23] е доразвит в [16], [29] чрез намиране и на вътрешна интервална оценка на точното интервално решение (ТИР) (интервалната обвивка на ОМР). Това позволява да се определи консерватизмът на полученото ВИР (степен на отдалеченост на ВИР от ТИР).

Обхванат е и случаят на преопределени и недоопределени системи [20]. Предложена е усъвършенствана модификация на итерационен метод (Теорема 1 и 2),

базираща се на елиминиране на интервални зависимости с отчитане на параметричната структура, която води до ВИР с по-малък консерватизъм при намалени изчислителни разходи.

В три публикации методът от [23] е обобщен за системи с нелинейни параметрични зависимости – за рационални функции в [17], [17a] и за полиномиални функции в [11]. Обхватите на рационалните функции се намират точно чрез използване на интервалната аритметика на Kaucher (включваща и несобствени интервали). В полиномиалния случай обхватите се пресмятат чрез развитие на многомерните полиноми в полиноми на Bernstein.

В [8] са приложени и сравнени два подхода за намиране на ВИР в системи с линейни параметрични зависимости за случая, когато интервалните параметри са комплексни числа.

3. За случая на линейни зависимости между реални параметри в [15] е публикувана методология за компютърно числено доказателство на свойствата монотонност, изпъкналост или комбинаторна интервална обвивка на решението на линейна параметрична система. Тези свойства са полезни при намирането на ТИР. Предложената методология е много по-прецизна и ефективна в сравнение със сходен подход за доказване единствено на монотонността, предложен от J. Rohn. Освен това често свойството комбинаторна интервална обвивка е в сила и тогава, когато не може да се докаже свойството монотонност по дадени параметри.

4. Постигнати са оригинални резултати, отнасящи се до проблема за описание на обединеното множество от решения (ОМР) на системи с линейни параметрични зависимости.

В [13] е разработен метод за визуализиране на границите на ОМР, който има за основа Теорема 4.1 и 4.2, характеризиращи границата чрез части от параметрични хиперповърхнини; последните се представят чрез координатни функции, зависещи най-много от $n - 1$ параметъра.

В [9], [2] и [4] са публикувани съществени резултати относно явното описание на ОМР чрез съответни неравенства – една фундаментална и твърде сложна задача. За системи, в които всеки параметър се среща само в едно уравнение (независимо колко пъти) в [9] явното описание е получено във вид на прости характеристични неравенства. Подходът от [9] е доразвит [2], където е предложена една модификация на елиминационен подход от типа Fourier-Motzkin (Теорема 3.1), водеща до по-проста форма на характеристичните неравенства.

5. Поставено е началото на изследвания на системи, съдържащи едновременно квантори за съществуване и квантори за общност за случая, когато всички квантори за общност предшествуват кванторите за съществуване (така наречените АЕ системи) [4], [1]. В [4] са доказани необходими условия за съществуване на АЕ множество от решения (АЕМР). Получено е също така явно представяне на АЕМР за частния случай на АЕ системи, в които всеки параметър участва само един път във всяко уравнение. Последният резултат е обобщен в статията [2] от Пълния списък на публикациите на кандидата, която в момента е в процес на рецензиране.

Друг съществен резултат е постигнат в [1], където за АЕ системи от общ вид за първи път в литературата по интервален анализ се предлагат и анализират три подхода за намиране на външни интервални оценки на АЕМР (Теорема 1, 2 и 4).

Б. Приноси с научно-приложен характер.

В духа на традициите на групата от специалисти по интервален анализ в ИМИ към БАН, ръководена от проф. Светослав Марков, доц. Попова реализира разработваните от нея методи посредством алгоритми, включващи автоматична верификация на изчисленията, което осигурява достоверност и надеждност на получените резултати.

1. Разработени са оригинални и ефективни софтуерни средства за решаване на линейни параметрични системи с интервални данни при автоматична верификация на резултатите.

В [29] и [3] са предложени два нови програмни модула към известната библиотека C-XSC. Тези модули позволяват решаването на системи с линейни параметрични зависимости, обхващащи и двата случая на реални или комплексни параметри. Така разширеният в [29] Ctoolbox е първият за момента на създаването му програмен продукт, който намира ВИР с оценка на консерватизма по алгоритъма на доц. Попова от [16], [29] при гарантирана верификация на резултатите.

За програмния продукт Mathematica в [25] са разработени множество функции, които реализират представените в раздел II.A методи и подходи. По този начин посредством Mathematica става възможно решаването на следните типове задачи: непараметрични (интервални) системи, параметрични системи с линейни или рационални зависимости между параметрите, които имат квадратни, преопределени, недоопределени, плътни или разреждени матрици.

2. В рамките на Mathematica е разработен портал, осигуряващ връзка с уеб-достъпни интерактивни математически изчисления, който съществен но разширява възможностите за практическо използване на интервалните методи и от неспециалисти.

Концепцията и общата рамка за такъв уеб-портал са представени в [18]. Порталът осигурява дистанционен достъп до богатите изчислителни и графични ресурси на Mathematica и на C++ софтуера за научни изследвания като C-XSC, Ctoolbox и filib++ и др., както и възможности за дистанционно обучение. В [22] е разработен друг уеб-портал, който служи за визуализация на различни динамично генерирани и доставени графични услуги. Накрая в [21] е създаден уеб-интерфейс към допълнителните разработени от кандидата функции за Mathematica с оглед решаване на параметрични линейни системи.

3. Нов методологичен подход при разработване и тестване на интервални софтуерни средства, който има за основа интегриране и взаимодействие на съществуващи интервални средства чрез комуникационни протоколи е предложен в [14], [10]. Представена е технология за взаимодействие на Mathematica с външен интервален софтуер чрез комуникационния протокол MathLink. Тази технология е реализирана чрез специално създаден софтуер ADExpressions [6] (използващ модули за автоматично диференциране AD) и три MathLink – съвместими интерфейсни програми [5].

4. Разработените методи и софтуер са били приложени за решаване на линейни параметрични задачи с интервални данни, възникващи в конкретни области на инженерните или биологични науки. Обхванати са следните задачи:

- worst-case анализ на линейни електрически вериги [13], [8], [3];
- класове задачи от механиката на деформируемото твърдо тяло [19], [24], [26] - [28];
- задачата за композитен материал с два пълнителя [28], [24];
- задачата за деформиране на цилиндрична кухина в земна среда с неопределеност в еластичните материални характеристики;
- моделиране на строителни конструкции чрез двумерна или тримерна ферма, съставена от прътови или гредови елементи [17a], [19], [15] (резултатите от [19] са отбелязани в страницата на Уикипедия за „Интервални крайни елементи” като „много интересни” – цитат [60]);
- модел на разпространение на инфекциозна болест в дадена популация [12], [17].

Тук е уместна следната забележка – разработеният от доц. Попова интервален софтуер може да бъде прилаган и за решаване на много по-широк в тематично отношение кръг от приложни проблеми, т.к. линейните параметрични задачи възникват

често като междинен етап при моделирането или решаването на по-сложна изходна задача. Типичен пример е класът на технически проблеми, чиито модел е задачата за собствените числа в параметричен вид. Действително, решението на задачата за точно определяне на диапазона на дадено собствено число при някои методи се свежда по същество към многократно решаване на съответна линейна параметрична система.

III. Известност на постигнатите резултати

Научните постижения на доц. Е. Попова са получили широк отзвук в чужбина и у нас.

Общият брой цитирания на трудовете на кандидата в публикации на други автори е **355**, от които **256** са в публикации в международни издания, 48 – в национални издания и 51 – в докторски дисертации. **25** от цитиранията са в публикации в научни списания с импакт-фактор.

От Списъка на представените за настоящия конкурс статии **24** са цитирани в общо **154** публикации, от които **19** – с импакт-фактор. Цитиранията са практически в чуждестранни публикации – само 2 са в трудове, публикувани в България.

Личният показател “импакт-фактор” на всички трудове на Е. Попова възлиза на **7. 580**, като в тази оценка не е включен импакт-фактора от **0.238** за нерецензираната статия К30.

Сумарният показател “импакт-фактор” на всички трудове на Е. Попова възлиза (по достъпни към момента информационни източници) на **60.852**, като е съставен от индивидуалния и импакт-фактор - **7. 580** и допълнително от импакт-фактора на трудовете, в които научните постижения на Е. Попова са цитирани – **53.272**. Аналогично, сумарният показател “импакт-фактор” на трудовете, с които Е. Попова участва в конкурса, възлиза на **33.120**, като в случая допълнителният импакт-фактор е **25.054**.

Чуждестранните цитирания са от известни учени и от университетски преподаватели (болшинството със световно реноме), както и от докторанти.

Следва отделно да се изтъкне и обстоятелството, че доц. Попова е била **3** пъти канена като *invited speaker* на авторитетни международни научни форуми, като последния път (SCAN - 2012) е участвувала с пленарен доклад.

IV. Критични бележки и препоръки

Нямам по същество критични бележки. Бих направил следните препоръки:

- при предлагане на нов интервален метод за определяне на външни интервални решения (ВИР) да се оценява „сферата на приложимост” на новия метод (чрез стъпково увеличаване на участващи в илюстративни примери интервални параметри) и да се сравнява по този показател новият метод с други известни методи от същия клас;

- при евентуална актуализация на програмния продукт за изчисляване на ВИР за случая на полиномиални зависимости между параметрите да се използва по-ефикасния метод на Р. Nataraj за получаване на представянето на Bernstein.

Имам също така някои забележки от редакционен характер:

- на английски да се използва терминът *identity matrix* вместо неправилния термин *unit matrix*;

- да се обърне внимание на правописа на български (например, допуска се систематически грешката да не се поставя запетая пред причастни обороти, понякога се изпуска свързващото тире и др.).

V. Лични впечатления

Познавам доц. Евгения Попова от дълги години, т.к. по силата на професионалните ми интереси (прилагане на интервалните методи за решаване на сложни, трудни за анализ чрез традиционните методи технически задачи) следа научно-изследователска дейност на групата от специалисти по интервален анализ към БАН, ръководена от проф. Светослав Марков. По мое дълбоко убеждение получените от доц. Е. Попова научни постижения са резултат от нейното увлечение от научна работа, всеотдайност, задълбоченост и голяма възискателност към себе си.

Заклучение

Представените във връзка с обявения конкурс за професор документи и трудове свидетелствуват убедително за значителни научно-изследователски резултати с международно признание в посочената научна специалност на кандидата, както и за изяви педагогически качества в продължение на един продължителен период от време. Въз основа на изказаните по-горе съображения считам, че са изпълнени изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИМИ при БАН. Поради това предлагам с увереност на почитаемото Жури да вземе решение доц. Евгения Попова да заеме академичната длъжност професор в професионалното направление 4.5 Математика, научна специалност 01.01.13 „Математическо моделиране и приложение на математиката” в Института по математика и информатика към БАН.

Септември 2012 г.

Рецензент:
/проф. д-р т. н Л. Колев/