РЕЦЕНЗИЯ
от доцент д-р Георги Иванов Чобанов
по конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“
в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика,
професионално направление 4.5 Математика,
научна специалност „Изчислителна математика“,
(Числен и теоретичен анализ на частни диференциални уравнения)
за нуждите на Института по математика и информатика при БАН

Конкурсът е обявен в Държавен вестник, бр. 35 от 10.05.2016 г. Единствен кандидат по конкурса е доцент д-р Наталия Тодорова Кольковска. Научното жури е назначено със заповед на Директора на ИМИ, № 163 от 16.06.2016 г.

1. Представени материали

По настоящия конкурс кандидатът доцент д-р Наталия Тодорова Кольковска е представила:

- Професионална автобиография;
- Диплома за завършено висше образование;
- Диплома за придобиване на научната и образователна степен „доктор“;
- Свидетелство за академична длъжност (научно звание) „доцент“
- Пълен списък на научите трудове;
- Списък на научните трудове за участие в конкурса;
- Копия на научните трудове за участие в конкурса;
- Авторска справка за научните приноси
- Списък от цитирания;
- Удостоверение за докторанти;
- Други необходими за участие в конкурса документи.

2. Кратки биографични данни

Наталия Тодорова Кольковска е родена на 24.01.1952 г. Получава висше образование 1968-1973 г. в Софийски университет „Св. Св. Климент Охридски“, Факултет по математика. През 1973-1976 г. е математик към Институт по Математика и Информатика, БАН. В периода 1976-1980 г. е аспирант към Московски Държавен Университет, Факултет по изчислителна математика и кибернетика. Става кандидат на физико-математ. науки, доктор по Изчислителна математика на тема „Теоретичен и числен анализ на нелинейни параболични уравнения“. В периода 1980-1993 г. е научен сътрудник Институт по Математика и Информатика, БАН. От 1993 г. до сега е доцент (ст.н.с. II ст.) към същия институт.

3. Научно-изследователска дейност

Автор е на 51 публикации, за конкурса представя 27, всичките публикувани след предходния конкурс. От последните 8 са самостоятелни, а 19 са в съавторство. По-долу са възприети означенията и номерацията от приложения списък.

Научните изследвания в представените публикации са съсредоточени върху числени методи и теоретичен анализ на някои частни диференциални уравнения. Основно се изучават нелинейни уравнения от типа на Бусинеск, в по-малка степен на уравнението на Клайн-Гордън, както и някои случаи на числени пресмятания свързани с двумерното уравнение на Лаплас и параболични уравнения.

В общия случай задачата на Коши за n-мерното уравнение на Бусинеск е

(1)

$$\mathcal{B}_{(n)}(u) = \beta_2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \Delta u - \beta_1 \Delta \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \Delta^2 u - \Delta f(u) = 0 \quad x \in \mathbb{R}^n,\ 0 < t$$

(2) $$u(x,0) = u_0(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = u_1(x) \quad \text{(начални условия)}$$

(3) $$u(x,t) \to 0, \quad \Delta u(x,t) \to 0, \quad |x| \to \infty \quad \text{(гранични условия)}$$

а разглежданата нелинейност (функцията $f(u)$) е от вида

(4) $$f(u) = \sum_{k=1}^{l} a_k |u|^{p_k - 1} u - \sum_{j=1}^{s} b_j |u|^{q_j - 1} u$$

или

(5) $$f(u) = a_1 |u|^{p_1} + \sum_{k=2}^{l} a_k |u|^{p_k - 1} u - \sum_{j=1}^{s} b_j |u|^{q_j - 1}$$

Частни случаи на нелинейност от горния вид се появява при моделиране на реални явления.

Наред със задачата за уравнението (1) се изследва и задачата на Коши за обобщено едномерно уравнение на Бусинеск

(6) $$\mathcal{B}_{(1)}(u) + mu = \beta_2 u_{tt} - u_{xx} - u_{ttxx} + \beta_1 u_{xxxx} + mu + f(u)_{xx} = 0 \quad x \in \mathbb{R}^1,\ 0 < t$$

включващо допълнителния член mu (линейна възстановяваща сила), както и нелинейно уравнение на Клайн-Гордън

(7) $$u_{tt} - \Delta u + mu - f(u) = 0 \quad x \in \mathbb{R}^n,\ 0 < t$$

при нелинейности както по-горе (Минимални различия с означенията на авторите що се отнася до константите се премахват със смяна на променливите, както е посочено в статиите).

При уравнения от горния вид се наблюдават два различни случая: решението съществува за всички стойности на времето t или съществува крайно време t^*, при приближаването към което решението нараства неограничено (избухва). Представлява значителен интерес намирането на достатъчни условия (обикновено зависещи от началните условия), гарантиращи единия или другия случай.

Едно полезно свойство на решенията на уравненията по-горе е наличието запазване на енергията, т.е. може да се дефинира подходящ функционал $E(t) = E(0)$ за цялото време на съществуване на решението. Оказва се, че сравняването на $E(0)$ с подходяща критична стойност d позволява в редица случаи да се даде отговор на поставения въпрос.

Най-общо казано за доказване на съществуване на глобално решение се използва така наречения "метод на потенциалната яма", а а за установяване на избухване — сравняване с подходящо диференциално неравенство.

Обичайно, за намирането на критичната стойност се използват функционалите

$$J(u) = \frac{1}{2}\|u\|_{H^1}^2 + \int F(u)dx \tag{8}$$

където $F(u) = \int_0^u f(s)ds$ и свързаният с него функционал на Нехари

$$I(u) = J'(u)u = \|u\|_{H^1}^2 + \int uf(u)dx \tag{9}$$

и могообразието на Нехари $\mathcal{N} = \{u \in H^1 : I(u) = 0, u \neq 0\}$ при което $d = \inf_{u\in\mathcal{N}} J(u)$. Случаите $E(0) < 0$, $0 < E(0) < d$ и $d < E(0)$ водят до различно поведение на решението.

В разглежданитепо-долу работи при прилагането на тези подходи често се налага въвеждането на нови подходящи незнакопроменливи функционали. За отбелязване е, че техниката на изследванията често значително се променя при на пръв поглед минимални промени в данните. Оказва се, че при разглежданите нелинейности различни стойности на параметрите в (4) или (5) силно променят поведението на функционалите по отношение на техния знак и поведение в безкрайност, като всеки случай има специфични особености. Последното води до необходимостта от разглеждане на допълнителни функционали, обобщаване на понятието потенциална яма и др.

***

В работата [B6] и [A5] е изследвано едномерното уравнение $\mathcal{B}_{(1)}(u) = 0$ и нелинейност първоначално $f(u) = \alpha u^2$ а след това и по-общия случай $f(u) = \alpha|u|^p, p \geq 2$. Пресметната е точно критичната стойност d. Въведен е функционал с чиято помощ при определени ограничения на началните данни се догазва глобално съществуване, независимо колко е голяма началната енергия. Доказано е съществуването на данни, удовлетворяващи условията. Приведени са и някои числени примери.

В [A6] и [B11] изследванията са съсредоточени върху уравнението $\mathcal{B}_{(1)}(u) = 0$ и нелинейност $f(u) = a|u|^p u + b|u|^{2p}u$, като част от разсъжденията са валидни и за по-общи нелинейности от вида $f(u) = \sum_{k=1}^{l} a_k|u|^{p_k-1}u$. По-специално в [A6] се изучава случая $b > 0$, $a < 0$, $a^2 > \frac{(p+2)^2}{p+1}b$ а в [B11] случая $a^2 = \frac{(p+2)^2}{p+1}b$.

[B12] уравнението (6), $\mathcal{B}_{(1)}(u)+mu = 0$ нелинейност $f(u) = \alpha|u|^{p-1}u$ $(p \geq 2)$, специални начални условия

[B13] обобщеното уравнение на Бусинеск (6)

$$u_{tt} - u_{xx} - u_{ttxx} + u_{xxxx} + u + f(u)_{xx} = 0 \tag{10}$$

(всички коефициенти 1, избухване)Общи нелинейности от вида (4) или (5) Въвеждат се и се изучават обобщени функционали на Нехари. Оценка но времето на избухване. При избор на начални данни с висока енергия и удовлетворяващи определени допълнителни условия (за скаларното произведение или „ъгъла“ между началната форма и началната скорост).

[A8] – избухване на решенията на едномерно уравнение на Бусинеск $\mathcal{B}_{(1)}(u) + mu = 0$ и Общи нелинейности от вида (4) или (5).Оценка но времето на избухване.

Работите [A7], [A9] и [A10] са посветени на аналогични въпроси но за избухване на решенията на Клайн-Гордън (7) с обща нелинейност от вида (4) или (5) за начални условия с висока енергия. Конструират се начални условия удовлетворяващи предположенията и притежаващи произволно голяма енергия.

Специално трябва да се отбележи работата [A9], в която се доказват свойства избухване за крайно време на за неотрицателни функции Ψ удовлетворяващи ново диференциално неравенство

$$\Psi''(t)\Psi(t) - \gamma\Psi'^2(t) \geq \alpha\Psi^2(t) - \beta\Psi(t). \tag{11}$$

Неравенство от подобен тип следва непосредствено за използваните в работите енергийни функционали. Използването му позволява обобщаване на резултати, обичайно получавани с традиционния метод на изпъкналост. То успешно се прилага за оценка на времето на избухване.

***

В [A11] стабилност и нестабилност на единични вълни за тясно свързаното с предишните изследвания уравнеие

$$u_{tt} - u_{xx} - h_2 u_{ttxx} + h_1 u_{xxxx} + f(u)_{xx} = 0 \tag{12}$$

където нелинейността е $f(u) = au^2 + bu^3$, $a > 0$, $b < 0$. Изследвана е така наречената „момент на нестабилност“ функция $d(c)$, като е получен явен вид на втората ѝ производна.

***

Работите [A4] [B3]–[B5], [B7]–[B10], [B14]–[B16] са посветени на числени изследвания за уравнението на Бусинеск, основно с две пространствени променливи, което пък е особено важно за модел на вълни в плитки води. Построяват се диференчни схеми и се изследват техни свойства като закони за запазване в диференчните схеми, скорост на сходимост, влияние на въвежданата по необходимост крайна област на пресмятане за иначе неограничената област за задачата на Коши и др.

***

В статиите [A1] и [A2] се изследва метод за пресмятане на криволинеен и двумерен интеграл с логаритмична особеност чрез използване на свойствата на обемен потенциал и потенциал от двоен слой и връзката с уравнението на Лаплас. Показано е, че по такъв начин се ускоряват пресмятанията.

В [A3] е изследван модел на процеса на растеж на кристали. Моделът е задача със свободна граница за нелинейно параболично уравнение (задача на Стефан). Числените експерименти показват добро съвпадение с експерименталните данни. Статията има 8 цитирания, като всичките са в списания с импакт фактор.

В [B1] и [B2] са разгледани числени методи за елиптично уравнение с нестандартни гранични условия (задача на Венцел).

***

Накратко: получени са важни резултати, като научната дейност през последните години е изключително активна. Над 20 от представените работи са излезли от печат след 2010 г. Проучванията са приложни и теоретични, насочени към прилагане изследвания свързани с частни диференциални уравнения. Научната дейност е интересна комбинация на теоретични изследвания и приложения на числени методи. Теоретичните изследвания показват владеене на съвременен апарат и познания от теорията на частните диференциални уравнения. Прилагат се теория на функционални пространства, теореми за влагане на Соболев, точна най-добра константа в едномерните теореми за влагане, енергийни оценки и неравенства. Използван е богат аналитичен апарат. В числените изследвания също се използват функционални пространства (дискретни пространства на Соболев) и теория на потенциала за пресмятане на логаритмични потенциали чрез решения на ЧДУ. Освен като самостоятелни приложения, те са използвани и за визуализация и илюстрация на теоретичните резултати.

4. Импакт фактор и цитирания

Единадесет от представените публикации са в списания с импакт фактор. Това удобно е означено в списъка с публикации, като означените с [A*] са в списания с импакт фактор, а онези [B*] са без. Всички статии са в списания с SJR-индикатор.

Посочени са 58 цитирания на 18 статии, като 21 от тях са в списания с импакт фактор. Прави впечатление големия брой цитирания на публикации от последните 5-6 години. Такава скорост на разпространение прави правдоподобно предположението, че броят на цитиранията ще нараства.

5. Оценка на личния принос

В работите които са в съавторство смятам, че Наталия Кольковска има равностоен принос. Авторската справка правилно отразява научните постижения на авторите.

6. Преподавателска и др. педагогическа дейност, проекти и т.н

Преподавателската дейност включва лекции и упражнения ФМИ, СУ:

– Числени методи (упражнения, 1982-1987);

– Диференчни методи (спецкурс, 1981-1982, 1983-1984, 1985);
– Числени методи за решаване на интегрални уравнения (спецкурс, 1989-1990);
– Метод на крайните и гранични елементи (спецкурс, 1996, 1997, 1999-2000).

Научен ръководител е на 7 магистърски дипломни работи, защитени във ФМИ, СУ, в периода 1985 – 2012 г.

Научен ръководител е на на двама докторанта в ИМИ

Била е ръководител на секция „Изчислителна математика“ в ИМИ за 8 г.

Ръководител от страна на ИМИ на проект с ОИЯИ, Дубна, Русия, от 2007-до сега

Ръководител от страна на ИМИ на научен проект с ФНИ, 2010-2014 г.

По време на трудовата си кариера е участник в многобройни (около 15) национални и международни научни проекти.

7. Лични впечатления

Познавам Наталия Кольковска от дълги години като колега в ИМИ. Тя активно е участвала и в семинарите на на секция ДУ и сегашния ѝ наследник секция ДУМФ. Имал съм възможност да наблюдавам и активните ѝ контакти с колегите, с които имат съвместни интереси, както и да слушам докладите ѝ на съвместни семинари и конференции. Впечатленията ми са за активна научна дейност, която има възможност да бъде развивана и в бъдеще.

8. Заключение.

От всичко казано дотук личи, че кандидатката Наталия Тодорова Кольковска е висококвалифициран специалист с несъмнен научен принос, чиито публикации са намерили добър отзвук в българската и международната общност. Освен това тя има значителна педагогическа дейност и е участник в многобройни научни проекти. Представените по конкурса материали показват, че тя покрива изцяло необходимите за длъжността професор изисквания. По тази причина препоръчвам научното жури да предложи на Научния съвет на ИМИ да избере доцент д-р Наталия Тодорова Кольковска за професор в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, научна специалност „Изчислителна математика“ .

16 Септември 2016

доц. д-р Г. И. Чобанов