Югозападен университет „Неофит Рилски“

РЕЦЕНЗИЯ

на представените трудове за участие в конкурс

за заемане на академичната длъжност ДОЦЕНТ,

обявен от ЮЗУ „Неофит Рилски“ в ДВ, бр. 61 от 05.08. 2016 г.

Рецензент: проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев, ХТМУ - София

Кандидат: д-р Николай Методиев Китанов

1. Кратки биографични данни за кандидата

Г-н Николай Китанов има две магистърски степени. Най-напред е завършил Висшия институт по архитектура и строителство (сега Университет по архитектура, строителство и геодезия) специалност Промишлено и гражданско строителство. След това (през 1991) завършва математика в СУ „Климент Охридски“. През 2005 г. защитава кандидатска (докторска) дисертация по научната специалност 01 01 05 (Диференциални уравнения). От 1989 г. до сега работи в Института по математика и информатика на БАН като асистент. Повече от 25 години г-н Китанов работи като хоноруван преподавател в ЮЗУ „Неофит Рилски“. От 2015 г. до сега е асистент на половин щат в същия университет. Преподавателската му дейност през тези години е разнообразна. Преподавал е учебните дисциплини: Математически анализ, Диференциални уравнения, Теория на графите, Математически методи във физиката, Математическо оптимиране, Математическа логика, Количествени методи в управлението и др. Д-р Н. Китанов е автор общо на 19 научни труда, публикувани у нас и в чужбина. Член е на изпълнителните колективи в 6 научни проекти и научно-приложни разработки с регионално значение. Участвал е в работата на 8 национални и международни конференции.

Познавам Николай Китанов повече от двадесет години. Той участваше в организацията и в работата на многобройните (повече от 30) колоквиуми по диференциални уравнения и числени методи, които ежегодно се провеждаха в ТУ-Пловдив. Оттогава датира и неговото запознанство и съвместна изследователска работа с крупния специалист в областта на диференциалните включвания - проф. В. Плотников от Украйна. Ще отбележа, че дисертационният труд на г-н Н. Китанов до голяма степен се основава на техните съвместни изследвания. Няколко пъти съм присъствал на техни съвместни научни доклади, където работата на кандидата за доцент е била високо оценена от проф. В. Плотников.

2. *Характеристика на научната и научно-приложната продукция на кандидата*

Д-р Н. Китанов участва в конкурса за доцент с 12 научни труда, които можем да класифицираме както следва:

- 5 от трудовете са научни статии, публикувани в научни списания (три от които се издават в чужбина), 7 от трудовете са публикувани в сборници от научни трудове на международни конференции, проведени у нас;
- Една от публикациите е самостоятелна, 9 са с още един съавтор, една е с трима автори и една от публикациите е с петима автори;
- 6 от публикациите са излезли от печат преди защитата на докторската дисертация на г-н Н. Китанов, останалите 6 са публикувани след защитата. Публикациите преди защитата не са използвани или цитирани в дисертационния труд на кандидата за доцент. Като основен съавтор бих посочил проф. Р. Иванов, което е основание да се счита, че изследванията (в които той е съавтор) са на високо научно ниво.

Не съм получил разпределителен протокол, указващ дяловото участие в съвместните публикации, поради което е естествено моето предположение, че участието на съавторите е равностойно. Приемам всичките (12 на брой) представени научни трудове за рецензиране.

Приносите на кандидата за заемане на академичната длъжност "доцент" тематично може да се разпределят в няколко направления:

2.1. Фундаментална теория на диференциалните включвания (три публикации);

2.2. Фундаментална теория на диференциалните уравнения с прекъсната дясна страна (две публикации);

2.3. Фундаментална и качествена теория на параболични частни диференциални уравнения с максимуми (три публикации);

2.4. Теория на управлението и математическо моделиране (четири публикации).

Считам, че всички представени научни трудове са по темата на конкурса.

3. ***Основни приноси в научната, научно-приложната и преподавателската дейност на кандидата***

Ще посоча приносите на кандидата в посочените по-горе направления. За удобство ще използвам номерацията на трудовете, която е предоставена от автора. Тук е мястото да отбележа, че трудовете не са подредени тематично, което затруднява в известен смисъл тяхното рецензиране.

В направление 2.1 (в предходната точка на рецензията е посочена темата на направлението), което считам че е основно в творчеството на кандидата за заемане на академичната длъжност доцент, са постигнати значителни и интересни резултати. Фундаменталната теория на диференциалните включвания е изключително богата. Едни от първите резултати, отнасящи се за изпъкналия случай, датират още от тридесетте години на миналия век и са свързани с поредица от изследвания на A. Marchaud, S. Zaremba и др. Когато дясната страна е функция от типа на Caratheodory, условия за съществуване на решения на диференциални включвания е изследван от H. Kaszinski и C. Olech. При предположения за различни типове монотонност на дясната страна, теореми за съществуване на решения на диференциални включвания са намерени от редица автори: А. Толстоногов, J.-P. Aubin, A. Cellina, G. Colombo и др. В изследванията на кандидата за доцент са постигнати следните резултати:

2.1.1. Доказана е теорема за разлагане на решенията на начална задача за диференциално включване от най-общ вид:

$$\frac{dx}{dt} \in F(t,x),\ \ x(t_0) = x_0, \text{ където } (t,x) \in [t_0, T] \times D,\ \ D \subset R^n .$$

Използват се решенията на съответната параметризирана система. По-точно, за всяка еднозначна и измерима селекция $u(t,x) \in F(t,x)$ се намира съществената функционна граница

$$U(t,x) = \left\{ z \in R^n;\ z = \operatorname{ess}\lim_{y \to x} u(t,y) \right\}.$$

Ще припомним, че z се нарича съществена граница на функцията $u(t,x)$ при $y \to x$ в множеството D, ако за всяко множество Q с мярка нула съществува редица $\{y_n\} \subset D \setminus Q$, такава че $\lim_{n\to\infty} y_n = x$ и $\lim_{n\to\infty} u(t, y_n) = z$. Изучават се двете начални задачи:

$$\frac{dx}{dt} \in F(t,x),\ \ x(t_0) = x_0 \ \text{ и } \ \frac{dx}{dt} \in coU(t,x),\ \ x(t_0) = x_0 . \tag{1}$$

Намерени са (виж работа [1], съгласно представения списък) сравнително общи и естествени условия, при които се установява съвпадане на множествата от решения на двете задачи. Съществено се оказва изискването за Хаусдорфова липшицовост на дясната страна на изходното (изучаваното) включване относно фазовия аргумент x, т.е.

$$\left(\exists L = L(t) \in R[t_0, T]\right) : \left(\forall x_1, x_2 \in D\right) \Rightarrow h\left(F(t, x_1), F(t, x_2)\right) \le L(t)\left\| x_1 - x_2 \right\|,$$

където $h(.,.)$ е Хаусдорфовото разстояние между компактни множества. В дефиницията по-горе тези компактни множества съвпадат с графиките на многозначните измерими функции с компактни стойности $F(t, x_1)$ и $F(t, x_2)$. Авторите са демонстрирали с помощта на подходящ пример необходимостта на Хаусдорфовата липшицовост. Въпросът за съвпадение на множествата от решения е разгледан в друга работа (виж [3]). Изискването за Хаусдорфова липшицовост в това изследване е заменено с предположението, че дясната страна на включването е полунепрекъсната отгоре многозначна функция на Kuratowski, т.е. изпълнено е

$$F(t, x) = ess \operatorname*{Lim\,sup}_{y \to x} F(t, y).$$

2.1.2. Изучен е частен случай на първата задача, формулирано по-горе в (1) (виж [4]). Дясната страна има вида

$$F(t, x) = \bigcup_{i \in I(t,x)} f_i,$$

където $I(t, x) \subset \{1, 2, ..., k\}$; $f_i = const,\ i = 1, 2, ..., k$; $f_i \ne f_j$, ако $i \ne j$.

В направление 2.2. са получени следните резултати

2.2.1. Намирането на решенията на начални задачи за неавтономни, нелинейни диференциални уравнения от сравнително общ вид:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x),\ \ x(t_0) = x_0$$

(включително и с прекъсната дясна страна, която е измерима и еднозначна) е сведено до намиране на решенията на начална задача за диференциални включвания от вида

$$\frac{dx}{dt} \in F(t, x),\ \ x(t_0) = x_0$$

(виж работа [2]). Дясната страна на горното включване $F(t,x)$ е разширение на функцията $f(t,x)$ в смисъл на Филипов, т.е.

$$F(t,x)=\left\{z\in R^n;\ z=\operatorname{ess}\lim_{y\to x} f(t,y)\right\} \text{ или } F(t,x)=\operatorname*{Lim\,sup}_{y\to x} f(t,y),$$

където горната граница е в смисъл на Kuratowski. Решенията на диференциалното уравнение съществуват в максимално допустим интервал, т.е. до границата на разширеното фазово пространство.

2.2.2. Подобно на последната коментирана работа, проблемът за намиране на решения на начални задачи за хомогенни системи диференциални уравнения с еднозначна (допустимо е прекъсната) дясна страна

$$\frac{dx}{dt}=f(x),\ x(0)=x_0,\ t\in[0,1]$$

се свежда до намиране на решенията на подходящо избрано диференциално включване (виж работа [5]).

Работите по точка 2.2 са повлияни от цикъл изследвания на A. Bressan. На него можем да препишем и едно от ограниченията, свързано със съществуване на селекция на транслация на дясната страна на диференциалното включване, която е непрекъсната в дадено направление.

Основните изследвания от **направление 2.3** са свързани с изучаването на параболични частни диференциални уравнения от вида:

$$\frac{\partial u}{\partial t}=L[u]+F,$$

където u е търсената функция; L е елиптичен оператор, т.е.

$$L:=\sum_{i,j=1,n} a_{ij}(t,x)\frac{\partial}{\partial x_i}\frac{\partial}{\partial x_j}+\sum_{j=1,n} b_j(t,x)\frac{\partial}{\partial x_j}$$

и матрицата (a_{ij}) е положително дефинитна в затворената обвивка на дефиниционното множество; функцията F отразява реакцията на описвания процес (виж работи [14], [17] и [18] от списъка на кандидата за доцент). Точно във вида на функцията F, отразяваща външните въздействия, и произтичащите от това нови и специфични изследвания е основната заслуга на резултатите, получени от авторите. По-конкретно имаме:

$$F\left(t,x,u(t,x),\max\left\{u(\mathrm{s},x);\ s\in[t-\sigma,t]\right\}\right)$$
$$=f\left(t,x,u(t,x)\right)+R\left(t,x,\max\left\{u(\mathrm{s},x);\ s\in[t-\sigma,t]\right\}\right).$$

Както се вижда реакцията зависи от максималната стойност на търсената функция $u=u(t,x)$, пресметната в предварителен времеви интервал от вида $[t-\sigma,t]$, където σ е дадена положителна константа. Може да се приеме, че разгледаният от авторите случай обобщава варианта, когато реакцията зависи от постоянно закъснение на неизвестната функция, т.е. има вида

$$F=F\left(t,x,u(t,x),u(t-\sigma,x)\right).$$

Ясно е, че областта на съществуване на решението може да се представи както следва: $D_{-\sigma}=[-\sigma,T]\times\Omega$, където $T=const>0$, ще отбележим, че T е моментът, до който се изследва процеса. Освен това се предполага, че областта $\Omega\subset R^n$ е ограничена. Някои качествени изследвания на параболичните частни диференциални уравнения с постоянно закъснение можем да видим в работите на N. Yoshida, C. Pao и др. Идеята за уравненията с максимуми се зарежда в края на 70-те години на миналия век в работите на А. Магомедов. Тези две пионерни работи са свързани с моделирането на специфични процеси от практиката. Ще отбележа, че българската школа по уравнения с максимуми е една от най-плодотворните в света. Тук ще посоча последната монография от български учени, посветени на изучаването на този тип уравнения:

Bainov D., Hristova S., Differential equations with maxima, CRC Press, 2011.

В дискутираните работи ([14], [17] и [18]) са дадени дефиниции на понятията: горно и долно решение на съответната задача за разглеждания тип уравнение, наредба на решения, устойчивост, асимптотическа устойчивост и експоненциална устойчивост по Ляпунов на стационарното решение на разглежданото параболично уравнение. Задачата, обект на изследване в споменатите работи, притежава:

- начално условие

$$u(t,x)=\eta_0(t,x),\ (t,x)\in[-\sigma,0]\times\Omega,$$

където η_0 е известна функция с непрекъснатост от Хьолдеров тип (с константа $\theta,\ 0<\theta<1$), т.е.

$$(\exists K=const>0):(\forall x,y\in\Omega)\Rightarrow\left|\eta_0(t,x)-\eta_0(t,\mathrm{y})\right|\le K\|x-y\|^{\theta};$$

- гранично условие от типа на Хьолдер

$$Bu=h(t,x),\ (t,x)\in[0,T]\times\partial\Omega,,$$

където операторът $B:=\alpha_0(t,x)\dfrac{\partial}{\partial\nu}+\beta_0(t,x)$; функциите $\alpha_0(t,x)$ и $\beta_0(t,x)$ са неотрицателни функции, които притежават производни с непрекъснатост от Хьолдеров тип с константа θ върху границата на дефиниционната област; производната по направление $\dfrac{\partial}{\partial\nu}$ във всяка точка на границата на дефиниционната област $\partial\Omega$ е нормална към нея. Един от основните резултати, получен от авторите е намиране на достатъчни условия, които гарантират съществуване на единствено решение на разглежданата задача. Ще отбележа, че тези условия са формулирани ясно, свързани са с параметрите на разглежданата задача и притежават полезната възможност за непосредствена проверка. Споменатият резултат е получен с помощта на сходящи редици от горни и долни решения, границата на които е търсеното единствено решение. Резултатите са повлияни от монографията на С. Рао:

P. Pao, Nonlinear parabolic and elliptic equations, Plenum Press, 1992.

Втората група резултати се отнасят до намирането на специфични горни оценки на решението на разглежданата задача в безкраен времеви интервал. От тези оценки следват дефинираните типове устойчивост за тривиалното решение на разглежданата задача.

Резултатите от последното **направление 2.4** не са свързани помежду си и имат различни обекти на изследване и цели.

В работа [6] е разгледана модификация на неявната схема на Ойлер за числено решаване на нелинейна автономна система диференциални уравнения с начално условие:

$$\frac{dx}{dt} = f\left(x\right),\ x\left(0\right) = x_0 .$$

Неявната схема на Ойлер има вида

$$x\left(\left(i+1\right)h\right) = x\left(ih\right) + hf\left(x\left(\left(i+1\right)h\right)\right),\ i = 0,1,\ldots,\ h = const > 0 . \tag{2}$$

Тази схема може да се препише във вида

$$x\left(\left(i+1\right)h\right) = x\left(ih\right) + hz_i\left(h, x\left(ih\right)\right),\ i = 0,1,\ldots, \tag{3}$$

където $z_i\left(h, x\left(ih\right)\right) = \left(x\left(\left(i+1\right)h\right) - x\left(ih\right)\right)/h,\ i = 0,1,\ldots$. От (2) тривиално се получава равенството

$$z_i\left(h, x\left(ih\right)\right) = f\left(x\left(ih\right) + hz_i\left(h, x\left(ih\right)\right)\right),\ i = 0,1,\ldots, \tag{4}$$

което можем да разглеждаме като нелинейна система относно неизвестното $z_i\left(h, x\left(ih\right)\right)$ (тук предполагаме, че стойността $x\left(ih\right)$ е намерена в предходната итерация). В работата се разглежда модификация, при която в равенството (3) стъпката h е заменена с $2h$. Получава се схема от вида

$$x_h\left(2\left(i+1\right)h\right) = x_h\left(2ih\right) + 2hz_{2i}\left(h, x_h\left(2ih\right)\right),\ i = 0,1,\ldots . \tag{5}$$

Нелинейната система (4) се решава (при четен индекс) след което чрез (5) се апроксимира решението на изходната начална задача за автономната система диференциални уравнения. Основният резултат в разглежданото изследване е оценка на грешката $\left\| x(2ih) - x_h(2ih) \right\|,\ i = 0,1,\ldots$.

В работа [13] е разгледана дву-критериална оптимизация по Парето с въвеждане на допълнителни условия, гарантиращи избор на оптимално решение. Нека множеството X се състои от допустимите решения на разглеждана оптимизационна задача, а

$$Y = F(X) = \left\{ y \in R^2;\ y = (y_1, y_2),\ y_1 = f_1(x),\ y_2 = f_2(x) \right\}$$

е множеството от оценките (или както още се нарича критериално пространство). Функциите f_1 и f_2 са две целеви функции, дефинирани в множеството X и приемащи стойности в R. Както се вижда, тук се изучава случаят, когато критериите са два на брой. Нека е въведено отношение на строго предпочитане, т.е. отношението $x' \succ x",\ x', x" \in X$, което означава, че решението x' е предпочитано (сравнено с $x"$). Както са отбелязали авторите, това отношение е инвариантно относно положително линейно преобразование, т.е. от верността на $y' \succ y"$ следва верността на $ky' + c \succ ky" + c$, където $k > 0,\ c \in R^2$. Предполага се, че отношението на предпочитание удовлетворява аксиомата на Парето, т.е. ако $y' \geq y" \Rightarrow y' \succ y"$. Оказва се, че е възможно оптималното по Парето множество да съдържа достатъчно голям брой елементи (планове или решения), което затруднява еднозначното определяне на оптималното решение. Поради това се налага изискване на допълнителна информация. Авторите са представили съответен алгоритъм за дву-критериална оптимизация с въвеждането на допълнителна информация, което представлява основната заслуга на това изследване. Струва ми се, че на стр. 3 от дискутираната работа равенството $N_1 \cup N_2 = \varnothing$ би трябвало да се замени с $N_1 \cap N_2 = \varnothing$.

В работа [19] е направен кратък обзор на математическите методи, използвани в хранително-вкусовата промишленост, горската промишленост и др. Посочени са някои проблеми при математическото моделиране в гореспоменатите области. Считам, че научното представяне на г-н Н. Китанов щеше да спечели, ако тази работата не беше включена, тъй като не успях да забележа научно или приложно „придвижване“ на тези проблеми.

Един от най-силните резултати на кандидата за доцент (виж работа [15]) е свързан с приложение на метода на осредняването за решаване на специфична задача от теория на управлението. Новото в постановката на тази задача е наличието на импулсни въздействия във фиксирани моменти. Импулсните въздействия се осъществяват върху решението на моделиращата система и представляват мигновено изменение на решението в предварително зададени моменти. Получените резултати са сериозен принос в изграждането на теорията на управление за частично непрекъснати решения. Освен това резултатите могат да служат и за отправна точка при изучаване на сложния случай на импулсни въздействия в нефиксирани моменти. Решаването на последния проблем според мен трябва да стартира с изграждането на теорията на диференциалните включвания с импулсни въздействия в нефиксирани моменти. Задача, която надявам се стои за разрешаване пред д-р Н. Китанов. В разговорите, които съм провел с него на тази тема, стигнахме до извода, че най-интересен и със сериозни приложения (в теоретичен аспект) е случаят, когато всяка селекция на разглежданото включване има „собствени“ (характерни само за селекцията) моменти на импулсни въздействия. Изследванията в тази посока предстоят.

Научните резултати на кандидата бих причислил основно към попълване на научните знания в областта на диференциалните уравнения и техните приложения. Новите елементи в творчеството на д-р Н. Китанов са в няколко направления:

- въвеждане и изучаване на нови математически обекти;
- разширяване на диапазона на действие на известни математически методи;
- разширяване на полето на значимост на известни твърдения;
- изследване на въпроса за съществуване на решения и определяне на някои основни техни качества за въведените от автора нови математически обекти;
- приложни математически задачи.

Както казах по-горе, почти всички научни трудове, представени за участие в конкурса, са в съавторство. Определено считам, че това обстоятелство “**не е минус**” за кандидата. Тъкмо обратното:

- Най-напред, при участието на повече от един автор в дадено научно изследване, резултатите са по-надеждни, по разнострании и по-дълбоки;
- Второ, в съвременната наука като че ли отминава времето на индивидуалните учени и следователно на индивидуалните публикации. Това се налага от използването на огромни количества информация, които често не са по силите на един учен;
- Накрая, при търсенето на резултати, които граничат с няколко научни направления, както е в случая, участието на специалисти във всяко от тези направления е задължително.

4. ***Критични бележки и препоръки***

Считам, че за безапелационното заемане на академичната длъжност „доцент“ кандидатът би трябвало да представи поне едно учебно помагало по математическите учебни дисциплини, преподавани в ЮЗУ (или изобщо във ВУЗ).

5. ***Заключение***

Документите и материалите, представени от д-р Николай Китанов, отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ЮЗУ „Неофит Рилски“. Кандидатът в конкурса е представил достатъчен брой научни трудове, различаващи се от материалите, използвани при защитата на ОНС ‘‘доктор’’. В работите на кандидата има оригинални научни и приложни приноси, които са получили международно признание, като представителна част от тях са публикувани в списания и научни сборници, издадени от международни академични издателства. Научната и преподавателската квалификация на кандидата е на добро съвременно ниво.

След запознаване с представените в конкурса материали и научни трудове, анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни, научно-приложни и приложни приноси, намирам за основателно да дам своята **положителна** оценка и да препоръчам на Научното жури да изготви доклад-предложение до Факултетния съвет на Природо-математическия факултет за избор на д-р Николай Методиев Китанов на академичната длъжност „доцент“ в ЮЗУ „Неофит Рилски“ по професионално направление: 4.5. Математика, научна специалност: Диференциални уравнения.

20.11. 2016 г.

Рецензент:……………………..