Относно Заповед N. 355/ 09.10.2013.

РЕЦЕНЗИЯ

За избор на доцент по Математически анализ в ИМИ – БАН
Рецензент: акад. Благовест Х. Сендов

На обявения в ДВ бр. 71 от 13.08.2013 г., конкурс за доцент в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност 01.01.04 "Математически анализ" (приложения на конволюционното и дробно смятане) се е явил единствен кандидат **ас. д-р Емилия Григорова Бажлекова**.

Кандидатката, д-р Емилия Григорова Бажлекова, е родена през 1963 г. в гр. Плевен. Висшето си образование по математика получава във ФМИ на СУ "Св. Кл. Охридски", специалност математика, специализация комплексен анализ. През 2001 г. е получила научната степен "доктор" в Технически Университет Айндховен, Холандия. Дипломата е легализирана в България. Темата на докторската дисертация е: Дробни еволюционни уравнения в Банахови пространства.

От 1995 г. д-р Бажлекова е на работа в ИМИ - БАН, секция Анализ, Геометрия и Топология като математик и асистент. От 1997 до 2001 година е на специализация в Технически Университет Айндховен, Холандия.

а) Общо описание на представените материали

На лице са всички документи и материали, които се изискват от Закона и Правилника. Пълният списък на научните трудове на кондидатката съдържа 23 заглавия. За участие в конкурса са представени 15 научни труда, включително докторската дисертацияр публикувана в отделна книга. От представените трудове, 6 са в списания с импакт-фактор, с общ ИФ = 3.25. Самостоятелните трудове са 7, а останалите 8 са само с един съавтор. Документирани са 180 цитирания. Над 90 от цитиранията са в списания с импакт фактор (сумарен ИФ над 100). Съгласно Googl Scholar, д-р Бажлекова има h-index = 5.

Всички представени трудове са в обсега на обявения конкурс и кандидатката ги класира в следните групи:

- Еволюционни уравнения от дробен ред: операторно-теоретичен подход.

- Приложение на конволюционното смятане за намиране на Дюамелови представяния на решенията на нелокални линейни гранични задачи.

- Намиране на аналитични решения на линейни уравнения от дробен ред и изследване на техните свойства.

б) Обща характеристика на научната дейност на кандидата

Представените научни трудове по брой и наукометрични показатели удовлетворяват специфичните изисквания за обявения конкурс.

в) Съдържателен анализ на научните постижения

Научните публикации и оригиналните научни приноси на д-р Емилия Бажлекова са свързани с изучаването на диференциалните и интегрални орератори от дробен ред. Идеи за дробно диференциране и интегриране са имали още Лайбниц и Ойлер. Известна е дефиницията на Риман-Лиувил, а в средата на миналият век се появява дефиницията на италяхският геофизик Михаил Капуто, която е само една комутация в дефиницията на Риман-Лиувил, но представлява самостоятелен интерес. Михаил Капуто е много известен учен с активна изследователска и организаторска дейност, носител на престижни звания и награди, но не можах да намеря нищо написано за него като автор на основна дефиниция в съвременния анализа.

В последните десетилетия дробният анализ преживява истинско възраждане и привлича вниманието на много изследователи, поради интересни и важни приложения при изграждане на математически модели на различни реални процеси и явления. Това се дължи и на възможностите на съвременната изчислителна техника за намиране на използваеми числени решения.

За да можем да формулираме някои от основните резултати на кандидатката, ще припомним класическата дефиниция на Риман-Лиувил на дробен интеграл от ред α за реално положително α:

$$J_t^\alpha f(t) := \int_0^t g_\alpha(t-s) f(s)\, ds, \quad g_\alpha(t) := \frac{t^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)}, \quad t > 0.$$

Ще използваме означенията $\lceil \alpha \rceil$ за най-малкото цяло число по-голямо или равно на α и за $m = \lceil \alpha \rceil$, оператора за m-кратно диференциране $D_t^m = d^m/dt^m$. Дробна производна D_t^α на Риман-Лиувил и дробна производна $\mathbf{D}_t^\alpha$ на Капуто от ред α се дефинират с

$$D_t^\alpha := D_t^m J_t^{m-\alpha}, \quad \mathbf{D}_t^\alpha = J_t^{m-\alpha} D_t^m.$$

в.1) В първата групата представени публикации „ Еволюционни уравнения от дробен ред: операторно-теоретичен подход“ е включена Докторската дисертация на кандидатката и публикациите [10], [11] и [12].

Изследват се систематично съответнотите диференциално уряавнение на Коши

$$\mathbf{D}_t^\alpha u(t) = Au(t), \quad t > 0, \quad \alpha \in (0, 2)$$

и

$$D_t^\alpha u(t) = Au(t), \quad t > 0, \quad \alpha \in (0, 2)$$

с начални условия $u(0) = x \in X$ и $u'(0) = 0$ ако $\alpha > 0$, където A е оператор в Банаховото пространство X с определени свойства.

Получените рузултати имат определено класическо звучене. Заслужава да се отбележи, че авторката създава свой метод на така наречените резолвентни фамилии. За тези си резултати, д-р Бажлекова получава значително признание, изразено в повече от 120 цитирания и положителни оценки в престижни списания.

По отношение на дробните диференциални уравнения, които са естествено обобщение на класическите диференциални уравнения, поне за мене, възниква следният въпрос: Защо началните и граничните условия за дробните диференциални уравнения се задават само с производни от целочислен ред, 0, 1, 2, и т. н. Има ли възможност тези условия да се задават с дробни производни, дали такива условия имат накакъв физически смисъл и дали са разглеждани такива задачи?

в.2) Във втората групата представени публикации „ Приложение на конволюционното смятане за намиране на Дюамелови представяния на решенията на нелокални линейни гранични задачи.“ са включени публикациите [2], [3], [6-9] и [15]. С изключение на [15], която е публикувана в сборник от работна среща (Workshop, 1998), всички тези работи са в съавторство с чл.-кор. Иван Димовски и са публикувани през 2012 и 2013 година.

В [7] и [9] е намерено точно решение на проблема на Торнли, който се отнася до един математически модел от ботаниката, придобил популярност. Работите са много технични и са илюстрация на възможностите на оператoрното смятане създадено от единиат от авторите чл.-кои. Иван Димовски. Това са две от работи на д-р Бажлекова в която не се говори за дробни производни. Но следващата публикация [6] на двамата автори разглежда същия проблема на Торнли, но вече за дробна производна по отношение на времето. Несъмнено е необходима добра интуиция за физическите явления за да се намери интересен за приложенията избор на мястото но фракталните производни в диференциалните производни. Важно е, че въпреки доста комплицираното решение в дробния случай, то може да се използва ефективно за числени пресмятания. Това е демонстрирано от авторите с тестови примери за които точното решение е известно в явна форма.

В работа [3] се разглежда пак проблема на Торнли, но сега дробната производна по времето е заменена от сума на две дробни производни по вмремето от различен ранг. Естествено, това е обобщение от чисто математическа гледна точка на проблема от работа [6]. То води до построяването на бивариантно операторно смятане, многопараметрични функции на Митаг-Лефлер и други инструменти. Естествено е да се отиде и до векторна производна по времето. Интересно е да се намери биологически или друг реален обект за който един математически модел ползващ векторна произвадна по времето би бил достатъчно адекватен и естествен. Може да си мислим за различните еокариотни клетки в един организъм, които биха могли да имат различни временни константи.

В работа [2] е намерено точното решение на дробното кабелно уравнение с нелокални гранични условия, а именно

$$u_t = D_t^{1-\alpha}(u_{xx}) - cD_t^{1-\beta}(u), \quad t > 0, \quad 0 \le x \le 1,$$

където $0 < \alpha, \beta \le 1,\ c > 0$.

Тук, както и в [3] имаме две различни по ранг производни по времето, но за разлика от [3] те са приложени към различни членове на дясната част. И тази работа е много технична и използва на широко операторното смятане на Димовски и резултатите от дисертацията на Бажлекова.

в.3) Във третата групата „Намиране на аналитични решения на линейни уравнения от дробен ранг и изследване на тяхните свойства", кандидатката включва, с известно повторение, работите [2-6],[14] и [15].

Ще се спра на самостоятелната работа [14] в която се изучава векторното дробно диференсиално уравнение

$$D_t^{\alpha} u(t) + \sum_{k=1}^{m} \lambda_k D_t^{\alpha_k} u(t) + \lambda u(t) = f(t), \quad t > 0, \quad u(0) = c_0 \tag{1}$$

по отношение на диференсиалният ооератор D_t^{α} на Капутор, където

$$0 < \alpha_m < \cdots < \alpha_1 < \alpha \le 1, \quad \lambda, \lambda_k > 0,\ k = 1, 2, \ldots, m.$$

Разбира се, тази задача може да се запише по-компактно така:

$$\sum_{k=1}^{m} \lambda_k D_t^{\alpha_k} u(t) = f(t), \quad t > 0, \quad u(0) = c_0,$$

където

$$0 = \alpha_m < \cdots < \alpha_1 = 1, \quad \lambda_k > 0,\ k = 1, 2, \ldots, m.$$

Общият вид на решенията на уравнението (1) е намерено в последните години от други автори. Кандидатката концентрира своето внимание върху изучаването на характера на два важни случая, а именно на фундаменталното решение $u_0(t)$, съответстващо на $f(t) = 0$, $c_0 = 1$ и на импулсното решение $u_\delta(t)$, съответстващо на $f(t) = \delta(t)$, $c_0 = 0$, където $\delta(t)$ е функцията на Дирак.

Резултатът от изследването е, че асимртотично, при $t \to 0$ не се наблюдават различия в сравнение с класическият случай $u'(t) = f(t)$. Но асимптотично, при $t \to \infty$ се вижда зависимост от ниските рангове на производната. Това е интересен качествен резултат, който трябва да намери интерпретация при конкретни математически модели на реални обектеи.

Не ми е ясно защо в уравнението (1) ламбдите трябва да са положителни.

Сигурно скоро някой ще се сети да разгледа задачата с безкраен ред от дробни производни:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k D_t^{\alpha_k} u(t) = f(t), \quad t > 0, \quad u(0) = c_0,$$

където

$$1 = \alpha_1 > \alpha_2 > \cdots, \quad \lim_{m\to\infty} \alpha_m = 0, \quad \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k < \infty.$$

г) Отражение на резултатите на кандидата в трудовете на други автори

Публикациите на кандидатката, специално докторската ѝ дисертация, са направили впечатление на много математици, главно в чужбина. За илюстрация ще цитирам пасаж от една публикация от миналата година: „Идеята за дефиниране на такъв вид резолвентни фамилии се дължи на Бажлекова [4], която въведе в абстрастното дробно смятане в Банахово пространство“ и по-нататък „ Бажлекова [4] получи редица интересни резултати като принципът на субординация, характеризация на даден генератор и максимална регулярност“.

д) Приносът на кандидата в колективните публикации

Основен съавтор на кандидатката е чл.-кор. Иван Димовски. Може да се предполага, като се има предвид неговия математически капацитет, че той е имал водеща роля в съвместните им публикасии. Но като проследим съдържанието на тези работи ще се убедим, че идеите и техниките на д-р Бажлекова присътстват навсякъде. Това е категорично доказателство, че авторството е равноправно.

е) Критични бележки и препоръки

Може да се препоръча да се дават обяснения или препратки за използвани означения и понятия, които не са достатъчно популярни. Например, в [1], на стр. 8, ред 4 отгоре се казва, че даден оператор е „затворен“. Дефиниция или препратка за „затворен оператор“ не се дава.

Разбира се, винаги могат да се намерят и посочат печатни грешки, но те са неизбежни.

ж) Лични впечатления

За съжаление, нямам никакви лични впечатления от работата на д-р Бажлекова като изследовател и преподавател.

з) Заключение

Представените материали по конкурса отговарят напълно на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за развитие на академичния състав на Българската Академия на Науките и специфичните изисквания на Института по Математика и Инфарматика за заемане академичната длъжност "доцент".

Въз основа на постигнатите научни резултати, определено давам **положително заключение за избор** на **ас. д-р Емилия Григорова Бажлекова** на академичната длъжност **доцент**.

Предлагам на почитаемото научно жури, единодушно да предложи на Почитаемия Научен Съвет на Института по Математика и Информатика към Българската Академия на Науките да избере кандидатката, **ас. д-р Емилия Григорова Бажлекова**, за академичната длъжност **доцент** в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност 01.01.04 "Математически анализ" (приложения на конволюционното и дробно смятане).

София, 20 ноември, 2013 г. Подпис на рецензента:

(акад. Благовест Сендов)