

РЕЦЕНЗИЯ

от д-р Ангел Дишлиев – професор в Химикотехнологичен и металургичен университет
на материалите, които са представени за участие в конкурс за заемане на академичната
длъжност „професор“ на Институт по математика и информатика - БАН

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика;
Професионално направление: 4.5. Математика;
Научна специалност: Диференциални уравнения

В конкурса за “професор”, обявен в Държавен вестник, бр. 94 от 14. 11. 2014 г. и на интернет-страницата на Институт по математика и информатика (ИМИ) за нуждите на същия институт, като единствен кандидат участва доц. д-р Валерий Христов Ковачев от секция Диференциални уравнения и математическа физика на ИМИ - БАН.

Със заповед № 7/24 от 24. 01. 2015 г. на Директора на ИМИ съм определен за член на научното жури по описания по-горе конкурс. На първото заседание на научното жури бях избран за рецензент по конкурса.

1. Общо описание на представените материали по конкурса

Най-напред ще отбележа, че представеният от кандидата комплект документи е в съответствие с Правилника на ИМИ за прилагане на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ).

Доц. В. Ковачев участва в конкурса за професор с общо 30 публикации, които представляват научни статии. Тези публикации бих групирал (съгласно типа на списанието, в което те са публикувани) както следва:

- Научни статии, публикувани в списания с импакт фактор (ИФ) – 10 броя;
- Научни статии, публикувани в списания без ИФ – 14 броя;
- Научни статии, публикувани в томовете, съдържащи избрани трудове от конференции – 6 броя.

Ще отбележа списанията, в които е публикувал научни статии кандидатът за професор и които притежават ИФ по-висок от 1:

- *J. of Mathematical Analysis and Applications* (IF 1.119);
- *J. of Physics A* (IF 1.687);
- *Applied Mathematics and Computations* (IF 1.600);
- *International J. of Applied Mathematics and Computer Sciences* (IF 1.390).

Две от представените за рецензиране работите са самостоятелни, 8 са с един съавтор на кандидата, 13 са с двама съавтори, 6 са с трима съавтори и една - с четирима съавтори. За почти всички съвместни публикации са представени подписани удостоверения, които доказват еквивалентното участие на всеки един от авторите. И без тези декларации (познавайки кандидата) за мен няма съмнение в неговата професионална почтенност. Тя се изразява в съществена изследователска работа, извършена от него, при изготвяне на общите статии.

Всичките коментирани по-горе трудове са публикувани след придобиване на образователната и научна степен „доктор“ и след заемане на академичната длъжност „доцент“. Осем от представените публикации за участие в конкурса за професор не са били включени в дисертационния труд за придобиване на научната степен „доктор на математическите науки“, т.е. те се представят за първи път тук (в този конкурс).

2. Обща характеристика на дейността на кандидата

Кандидатът е придобил магистърска степен на висше образование през 1980 г. във Факултета по математика на СУ „Климент Охридски“. Дисертацията за присъждане на научната

и образователна степен „кандидат на математическите науки“ („доктор“) е защитил през 1985 г. във Факултета по приложна математика на Беларуски университет в Минск. Темата на този дисертационен труд е:

„Бирационални трансформации на обикновени диференциални уравнения с рационална дясна страна“.

Миналата (2014) година г-н В. Ковачев защити дисертационен труд за присъждане на научната степен „доктор на науките“, озаглавен:

„Системи от диференциални уравнения и невронни мрежи със закъснение и импулси“.

Понастоящем той заема длъжността „доцент“ в секция Диференциални уравнения и математическа физика на ИМИ на БАН.

Участникът в конкурса е автор на (общо) 107 научни публикации. Както казах по-горе, с 30 от тях той участва в дискутирания конкурс. Два от неговите научни труда са монографични, а деветнадесет от тях са публикувани в списания с ИФ. Според Harzing's Publish or Perish индексът на Хирш (H-индексът) на научното творчество на кандидата е 10, а G-индексът е 22.

Доц. д-р В. Ковачев е участвал в 6 проекта към Фонд „Научни изследвания“. Освен това, той е работил по два международни проекта, които са свързани с различни въпроси от теорията на импулсните диференциални уравнения и техните приложения – тема отговаряща на изследванията, включени в рецензирания конкурс за професор.

Впечатляващо е участието на кандидата за професор в работата на различни конференции по математика – общо 46. От тези конференции 38 са в чужбина и 8 - в България. Това безспорно е способствало за получаването на адекватни препоръки за развитие на неговите изследвания и справедлива международна оценка на творчеството му. Многократно е участвал в организационни, научни и програмни комитети на национални и международни конференции. Общият им брой е 18. По-голямата част от тези конференции са проведени в чужбина (Турция, Словакия, ОАЕ, Румъния). На няколко конференции той е бил редактор на представените за публикуване абстракти и доклади.

Богат е преподавателският опит на доц. В. Ковачев. Чел е лекции и е водил упражнения в няколко български университета (Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Технически университет – София, БАН, Висше транспортно училище). След 2000 г. преподавателската работа на кандидата за професор е предимно в чужбина: Fatih University в Истанбул, Турция и Sultan Qaboos University в Мускат, Оман. В първия от посочените по-горе два чуждестранни университета той е водил лекции по следните математически учебни дисциплини:

- Абстрактна математика;
- Математически анализ;
- Диференциална геометрия;
- Обикновени диференциални уравнения;
- Частни диференциални уравнения.

Във втория университет доц. В. Ковачев е преподавал:

- Бизнес математика;
- Математически анализ;
- Линейна алгебра;
- Основи на математиката;
- Дискретна математика;
- Обикновени диференциални уравнения;
- Частни диференциални уравнения.

За нагледност, в следващата таблица ще представя препоръчителните минимални изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“, съгласно съответния правилник на ИМИ, и аналогичните показатели достигнати от кандидата:

номер	показатели	минимален брой съгласно правилника	представени от кандидата
1	публикации	20	30
2	публикации, които не са представяни в други конкурси	5	8
3	публикации в списания с ИФ	10	10
4	цитирания	30	277
5	защитили докторанти	2	не са ми известни

От таблицата се вижда, че кандидатът за професор удовлетворява почти всички минимални ограничения за заемане на тази академична длъжност. Единственото минимално изискване, което не е удовлетворено от доц. В. Ковачев, е броят на защитилите докторанти (на които научен ръководител е бил кандидатът за професор).

3. Анализ на научните постижения на кандидата

Научните интереси на кандидата за професор са в разнообразни области на математиката. Тук ще се опитам да изброя най-важните от тях:

- Динамични системи;
- Качествена теория на импулсни диференциални уравнения;
- Качествена теория на диференциални уравнения със закъсняващ аргумент;
- Функционални уравнения;
- Математически методи в популационната динамика;
- Невронни мрежи;
- Частни диференциални уравнения и др.

По-подробно ще се спра на постигнатото в публикациите, които не са използвани за придобиване на двете научни степени, а също така и за заемане на академичната длъжност „доцент“. За удобство ще използвам номерацията на статиите от списъка на публикациите на автора. Ще отбележа, че подреждането на публикациите в списъка по възходящ ред на годините на публикуването им, не е препоръчително. Според мен, по-добро е тематичното подреждане на публикациите.

В работа с номер [1] се изучава начална задача за системи диференциални уравнения, които притежават:

- **Импулсни въздействия:** Разглежда се случаят, когато импулсните моменти са предварително фиксирни;
- **Закъсняващ аргумент:** Закъснението е постоянно. То е от неутрален тип, което означава, че закъснението присъства и в старшата производна (в коментираната публикация тази производна е от първи ред).

Разглежданият тип диференциални уравнения е сравнително сложен за изследване. Основните трудности произтичат от:

- **Импулсните въздействия:** Тези въздействия предизвикват прекъсване на решенията (възможно е и безбройно много пъти). Точките на прекъсване са от първи род и са предварително определени;
- **Закъсняващия аргумент на търсената функция:** В този случай, във всеки даден момент решението зависи от собствените си стойности, пресметнати в минал (закъсняващ) момент. При условие, че в общия случай тези стойности, изчислени в закъсняващия момент, не са известни (в общия случай са познати само качествата на решението) се достига до известна неопределеност на състоянието в дадения момент;

- **Неутралния тип на закъснението:** Диференциалните уравнения от неутрален тип заемат особено място сред функционално-диференциалните уравнения. От една страна, те притежават значително по-сложна структура, а от друга страна, много техни свойства не притежават аналози, които са съответни на другите (включително и изродените) функционално-диференциални уравнения. По този начин може да се обясни и сравнително слабото изучаване на асимптотичните качества на решенията на такива уравнения;
- **Взаимното влияние на импулсните въздействия и закъснението:** Съчетанието на импулсните въздействия и закъсняващия аргумент на решението усложнява значително неговото последователно етапно дефиниране. Ще отбележа, че всеки един от етапите е заключен между последователни съседни импулсни моменти. При описанието на решението е необходимо да се разгледат допълнителни подинтервали на всеки един от етапите. В тези подинтервали дясната страна на уравнението е непрекъснатата функция. Тъй като при преминаването от даден подинтервал в неговия съседен подинтервал се променя дясната страна на разглежданата система, то е ясно, че изследванията се усложняват допълнително.

Ще отбележим, че дясната страна на разглежданата система диференциални уравнения (без импулсните въздействия) е сума от три линейни функции относно:

- търсената функция;
- търсената функция със закъсняващ аргумент;
- производната на търсената функция със закъсняващ аргумент.

Смущенията на системата са както в дясната страна, така и в импулсните въздействия. Последният факт ни убеждава в уникалността на постигнатите основни резултати. Смущенията в импулсните въздействия е специфичен феномен, характерен само за импулсните уравнения. Този феномен е намерил отражение в творчеството на кандидата. Конкретните резултати се състоят в намирането на достатъчни условия за устойчивост на решенията на разглежданата система с импулсни въздействия относно постоянно действащи смущения. Както казах по-горе, постоянно действащите смущения са:

- във всяка непрекъснатата част на решението (осъществява се чрез добавянето на непрекъснатата смущаваща функция към дясната страна на системата);
- в точките на импулсни въздействия (осъществява се с добавянето на непрекъснати смущаващи функции към съответните импулсни функции).

Постигнатите резултати в работата се базират на използването на обобщено неравенство от типа на Гронуол-Белман, отнасящо се за частично непрекъснати функции, а също така и на следствие от теоремата на Лагранж, отнасяща се за квадратични форми и връзката им със собствените стойности на съответната квадратна матрица на формата.

В работа [12] се изучава нелинейно диференциално уравнение с импулсни въздействия. Фазовото пространство на уравнението съвпада с пълно Банахово пространство. Дясната страна се състои от две събираеми: линейна част и нелинейна част. Изследва се случаят, когато линейната част е инфинитезимален генератор на еднопараметрично семейство ограничени оператори, дефинирани и приемащи стойности в споменатото по-горе Банахово пространство. Предполага се, че това еднопараметрично семейство представлява строго непрекъснатата полугрупа. Импулсните моменти са променливи, т.е. те зависят от конкретното решение. В разглежданата работа импулсните въздействия се осъществяват в моментите, в които интегралната крива на съответната начална задача среща някоя от предварително фиксирани хиперповърхнини, принадлежащи на разширеното фазово пространство. В работата се предполагат сериозни ограничения (които имат декларативен характер), отнасящи се за импулсните моменти. Чрез тези декларативни ограничения се елиминират редица специфични ефекти, възникващи при този тип импулсни уравнения. Като примери ще посоча следните специфични феномени, които се игнорират в рецензираната работа: биене, загиване на решения, прескачане на импулсни хиперповърхнини и др. Това разбира се опростява изследванията и води до разглеждания, които са подобни на случая на фиксирани импулсни моменти. Като се вземат предвид описаните по-горе качества на изучаваните обекти се стига до интегрално представяне на решението с помощта на фундаменталната матрица на съ-

ответното линейно уравнение, което по същество можем да считаме за изродено на изходното уравнение. В това представяне се предполага, че импулсните моменти са фиксирани. Струва ми се, че в работата има „някакво объркване“ на тези два типа импулсни моменти. Накрая ще спомена, че в разглежданото изследване се обобщава известен резултат на R. Thompson, състоящ се в конструиране на сходяща диференчна апроксимация на решението на изходната задача.

В работата с номер [13] се изследват фундаменталните въпроси за съществуване, единственост и непрекъснатата зависимост на решенията на специален клас импулсни диференциални уравнения. Неизвестните функции на тези уравнения са елементи на Банахово пространство, а непрекъснатите части (по-точно, след като се изключат импулсните въздействия) са функционално-диференциални уравнения. Както и в предишни изследвания на автора, дясната страна се състои от две събираеми: линейна част и нелинейна част. Отново се предполага, че линейната част е инфинитезимален генератор на еднопараметрично семейство ограничени оператори, дефинирани и приемащи стойности в споменатото по-горе Банахово пространство. Нелинейната част зависи от части на решението, дефинирани в предварителен (за настоящия момент) ограничен времеви интервал с фиксирана дължина. Уравнението е подложено на импулсни въздействия, които са краен брой и са предварително фиксирани. Конкретното решение се определя с помощта на нелокално условие на Коши. Условието е сравнително общо и се дава с помощта на начална функция, дефинирана в съгласуван предварителен интервал, относно началния момент $t = 0$. Изходното импулсно уравнение се представя в операторна форма, така че неподвижната точка на оператора е точно търсеното решение. Резултатите, свързани със съществуване и единственост на решенията, се достигат с помощта на условия, които гарантират, че операторът е свиващ. Резултатите за непрекъснатата зависимост относно началната функция се достигат с помощта на обобщен аналог на неравенството на Гронуол-Белман (отнасящ се за прекъснати функции).

Изследванията в дискутираната по-горе публикация са продължени в работа с номер [19]. Тя е посветена на същите фундаментални въпроси. Тук, нелинейната част на разглежданото уравнение е по-сложна. Зависи от търсената функция, пресметната в няколко закъсняващи аргумента. Допуска се закъсненията да не са фиксирани. Нелокалното условие на Коши също се различава и е сравнително по-просто от нелокалното условие на задачата в предходната [13] статия. Ще отбележа, че условията, при които са получени твърденията за съществуване на **умерено решение** са по-слабо ограничителни от аналогичните резултати в предходната работа. Така например, тук не се изисква липшицовост на нелинейната част на дясната страна относно неизвестната функция. Условията, свързани с нелокалното условие, определящо конкретното решение, също са облекчени. Това от една страна се дължи на подходящия математическия апарат, който се използва тук (теорема на Арцела-Асколи и теорема на Шаудер за неподвижна точка), а от друга страна на специфичното (опростено) нелокално условие. Приведеният конкретен пример на уравнение от разглеждания вид дава възможност да се придобие представа за точния вид и смисъл на предявените ограничения към елементите на уравнението. Вижда се вида на полугрупата от оператори, чийто генератор е линейната част на дясната страна на уравнението.

В работа с номер [20] се изучава класическият вариант на логистичното уравнение с наличие на импулсни въздействия във фиксирани моменти. Уравнението описва динамиката на изолирана популация, подложена на специфични външни въздействия. В действителност, тези въздействия представляват добавяне или отнемане на определени количества биомаса от разглежданата популация. Те се осъществяват за пренебрежимо малко време в сравнение с общата продължителност на описвания динамичен процес, поради което може да се счита, че въздействията се осъществяват мигновено под формата на импулси. В работата се използва подходящ аналог (приближение) на изходното импулсно уравнение, като най-важната негова характеристика е, че аргументите му са частично постоянни. След естествени преобразования, диференциалното уравнение с частично постоянните аргументи се свежда до итерационно алгебрично уравнение. Последователните решения на това алгебрично уравнение задават дискретно решението на приближеното диференциално уравнение. Основният

резултат се състои в намирането на явния вид на асимптотична функция на дискретното решение на описаното по-горе итерационно алгебрично уравнение.

Намирането на равновесни точки, които притежават определен тип устойчивост, е важен въпрос при изучаването на диференциалните уравнения. Това е част от постигнатото в работа с номер [25]. Разглеждат се невронни мрежи, въведени от M. Cohen и S. Grossberg през 1983 г. Специфични особености на изследваната задача за този тип уравненията са:

- Наличие на импулсни въздействия във фиксирани моменти;
- Съществуване на регулярно променливо закъснение на аргумента на търсената функция;
- Съществуване на разпределено закъснение;
- Наличие на реакционно-дифузионен член в уравнението;
- Нулеви гранични условия на Нойман.

В работата се дискретизира дясната страна на системата чрез равномерна стъпка по пространствените променливи. По-специално, реакционно-дифузионният член на уравнението се апроксимира с помощта на разделени разлики. За целта се предполага, че е валиден сравнително по-простия случай, когато пространствената област (в която се променя пространствената променлива) съвпада със затворен интервал. Още едно облекчаващо предположение е свързано с игнорирането на импулсните въздействия (предполага се, че те се анулират) за съответната равновесна точка на дискретизираната система. По същество това е силно ограничително изискване, което практически е трудно да се осъществи.

Основният резултат се състои в намирането на условия за съществуване на единствена равновесна точка на дискретизираната система, която е експоненциално устойчива. При доказателството на твърдението се използват свойствата на така наречените M-матрици.

Задача на Коши за някои класове нелинейни частни диференциални уравнения съвместно с хомогенни алгебрични ограничения е основен обект на изследване в работите [7] и [11]. Решенията се търсят във формата на функционални редове. Представени са алгоритми за редуция на разглежданите системи до системи с по-малка размерност. Доказано е, че ако изходните системи удовлетворяват условия за съвместимост, то за редуцираните системи тези условия са изпълнени тъждествено.

Най-общо, научните резултати на кандидатът за професор се заключават в попълване, обогатяване и обобщаване на научното познание по определени теми. Приносите се състоят във формулирането и доказването на конкретни тези (теореме), които можем да причислим в следните направления:

- качествена теория на диференциалните уравнения с импулсни въздействия;
- математическото моделиране на динамични процеси от практиката, подложени на кратковременни външни въздействия;
- фундаменталната теория на частните диференциални уравнения с алгебрични ограничения.

Изследванията имат предимно теоретичен характер, въпреки че част от резултатите са провокирани от изследването на динамиката на реални процеси.

4. Отражение на резултатите на кандидата

От представените за участие в конкурса научни трудове (общо 30 на брой) 15 са цитирани от други автори. Общият брой на намерените цитирания на тези трудове е 277. Впечатлява работата с номер 17 от списъка на кандидата:

[17] H. Akca, R. Alassar, V. Covachev, Z. Covacheva, Eada Al-Zahrani, *Continuous-time additive Hopfield-type neural networks with impulses*, *J. Math. Anal. Appl.*, 290 (2004), No. 2, 436-451,

която е цитирана 185 пъти. Приемам без забележки представената извадка от цитирания на научни трудове на кандидата за професор.

5. Лични впечатления на рецензента

Познавам г-н В. Ковачев от тридесет години, когато той беше научен сътрудник към секция Диференциални уравнения на Института по математика към БАН. От тогава аз съм изградил трайно личното си мнение за него. Считам, че е интелигентен, високо образован и целеустремен математик. Тези свои качества той е потвърдил в големия брой разнообразни научни резултати, получени през неговата научна кариера. Множеството говорими езици, които владее, способстват за свободното му комуникиране с чуждестранни учени. С някои от тях той е извършил съвместни научни изследвания, а постигнатите резултати са публикувани в реномирани списания.

6. Критични бележки и препоръки

Бих препоръчал на доц. В. Ковачев:

1. Да подготви и издаде тематично обособена част от лекциите, които е преподавал в университета в Оман (например така наречената „Бизнес математика“ или части от „Дискретна математика“);
2. В следващите научни изследвания да включи по-голям брой онагледяващи числени примери;
3. В следващите научни изследвания да подготви съществени приложения на изградената теория;
4. Да включи в своята изследователска програма импулсни диференциални уравнения с променливи импулсни моменти. Този тип уравнения е значително по-сложен (в сравнение с импулсните диференциални уравнения с фиксирани импулсни моменти). Бих казал, че при уравненията с променливи импулсни моменти се наблюдават интересни специфични феномени, които изискват нови математически методи или адаптиране на известни такива. Освен това, този тип уравнения са полезни при изследвания, свързани с конкретизиране на оптимални (в някакъв смисъл) импулсни въздействия. Такива задачи се срещат във фармакологията, биомеханиката и др.

7. Заключение

Документите и материалите, представени от доц. дмн В. Ковачев за участие в конкурс за професор отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ. Кандидатът в конкурса е представил достатъчен брой научни трудове, в това число и публикувани след материалите, използвани при защитата на научните степени „доктор“ и „доктор на науките“ и след заемане на академичната длъжност „доцент“. В работите на кандидата има оригинални научни приноси, които са получили международно признание. Половината от тези публикации са цитирани многократно (предимно от чужди автори). Представителна част от изследванията са публикувани в списания и научни сборници, издадени от международни академични издателства, включително и в списания, които притежават ИФ.

След запознаване с представените по конкурса материали и научни трудове и след анализ на тяхната значимост, намирам за основателно да дам своята **положителна** оценка и да препоръчам на Научното жури да изготви доклад-предложение до Института по математика и информатика за избор на Валерий Христов Ковачев за заемане на академичната длъжност „**професор**“ в същия институт със следната компетентност:

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика;

Професионално направление: 4.5. Математика;

Научна специалност: Диференциални уравнения.

Изготвил рецензията:.....

25. 03. 2015 г.

(проф. Ангел Дишлиев)