

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „професор” в областта на висшето образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.1 Физически науки, научна специалност „Математическо моделиране в биофизиката и физиката (Геометрични методи в математическата физика)” с единствен кандидат доц. д-р Ивайло М. Младенов

Рецензент: акад. проф. дмн Петър Попиванов – Институт по математика и информатика – БАН

1. Този конкурс е обявен за нуждите на секция „Липид-белтъчни взаимодействия в биологичните мембрани към ИБФБМИ в „Държавен вестник” бр. 24/18.03.2014 г. Предложените документи са разделени на 13 групи, като последната, 13-а група, представлява CD, съдържащ файловете на публикациите, автореферата на кандидатската дисертация и Правилника.

Кратки биографични данни. Кандидатът е роден през 1951 г. и е завършил ФзФ на СУ „Св. Климент Охридски” през 1977 г. От 1978 г. и досега работи в ИБФБМИ – БАН (през годините е имало промени в наименованието на това научно звено). През 1990 г. успешно е защитил кандидатска дисертация за получаване на научната степен „кандидат на физическите науки”, а от 1994 г. е доцент в ИБФБМИ. Консултант на дисертационния му труд, озаглавен „Някои приложения на геометричното квантуване”, е бил проф. П. Райчев. Доц. Младенов участва в конкурса с общо 100 статии след доцентурата, номерирани [125-26], като е предложен допълнителен списък [25-1] на статиите, включени при други конкурси (хабилитация, дисертация). Последната се базира на [4, 7, 8, 11, 16]. Статиите са разделени на 5 тематични кръга в Справката за научните приноси и в процеса на рецензирането ще акцентирам върху основните постижения на кандидата в тях. В този смисъл приемам статиите, цитатите, информацията за участията в национални и международни форуми като обект на своето разглеждане.

Ще пристъпя към кратък преглед и анализ на научното творчество на доц. Младенов.

а) Тематично направление „Геометрия на мембраните”. Тук се търсят равновесните форми на двуслойните липидни мембрани, които са в течно състояние. Затворените двуслойни липидни мембрани се наричат везикули. Счита се, че последните представляват сравнително прост, но достатъчно добър модел на биологичната клетка. Канам (Canham) и Хелфрих (Helfrich) са предложили геометрични модели за формата на везикулите. Определянето на равновесните форми на една липидна мембрана се свежда до решаването или поне изследването на комплицирана система от нелинейни частни диференциални уравнения, съдържаща т.н. уравнение на Хелфрих. Досега са известни някои специални решения на това уравнение, като сфери, кръгови цилиндри, торове на Клифорд, нодоиди и ундолоиди.

Изучаването на групите от симетрии на уравнението на Хелфрих в [49, 57, 60, 102, 111] позволява на кандидата да намери нов клас от решения, които описват цилиндрични равновесни форми. След определени сметки задачата се редуцира до специално автономно нелинейно обикновено диференциално уравнение (ОДУ) от II ред $2k'' + k^3 - \mu k - \tau = 0$, $\mu, \tau = \text{const}$, което ще означаваме със (*). Очевидно (*) е частен случай на уравнението на махалото $y'' = F(y)$. Условието за механично равновесие на една аксиално симетрична мембрана се свежда до система от I ред от две ОДУ. Допълнителен анализ редуцира изучаването на тази система или до уравнение от типа на махалото, или до ДУ, асоциирано с ротационни повърхнини, притежаващи постоянна средна кривина. Друг важен проблем в този тематичен кръг е свързан с изследване на деформацията на мембраните. Тук спадат интересни обекти като полиестерния балон [39, 45, 47, 62, 69], минималните повърхнини [33, 35] и повърхнините на френския учен Делоне. Последните са били отдавна обект на геометричен анализ. Ще спомена само, че за балона кандидатът предлага параметризация чрез елиптични функции. Отбелязвам, че споменатото неведнъж по-горе уравнение на Хелфрих (известно още и като уравнение на формата на мембраната) е валидно и за наноструктури [72, 74, 80, 103, 109, 115]. Този факт позволява на доц. Младенов и неговите съавтори да опишат гладкото съчленяване на плосък графенов лист и нанотръба, а също така съчленяването на две нанотръби с различен диаметър. Резултати в тази насока са публикувани в [72, 74, 80, 82, 109, 117]. Става дума за приложения в много актуални клонове на науката.

б) Едномерни мембрани и сродни равнинни криви

Кандидатът напомня дефиницията на еластиката на Ойлер, която удовлетворява уравнение от вида (*). В този тематичен кръг (*) се нарича уравнение на обобщената еластика. Стартирайки оттук, г-н Младенов разширява кръга на еластиките като допълнително ги обогатява с добре известните класически равнинни криви: лемниската на Бернули [87, 88], спиралите на Щурм [89, 121], овалите на Касини [90, 92], кривите на Сера [104], а също така и с профилната крива, която се описва от въртяща се течна капка [125]. Всички тези криви съвсем не представляват забавни за наблюдение геометрични обекти а имат разнообразно приложение в биологията и екологията. Например спиралите на Щурм се срещат при описанието на паралелно развиващи се колонии от животински видове около централен източник на светлина, а овалите на Касини – за моделиране на червените кръвни клетки [34, 37].

Още в първата половина на 19 век Делоне предложи геометричен подход за генериране на плоски криви посредством техните еволюти. По този път той строи профилните криви на нодоидите и ундолоидите. При горния подход обаче, профилните криви и еволютите се определят посредством интеграли с особености. В [77] е намерена явна параметризация на нодоидите и ундолоидите с помощта на елиптичните функции на Якоби. За последните има отлично развита теория още от първата половина на 19 век (около 1829 г.).

Част от резултатите за еластиките са публикувани през 2013 г. в книга от И. Младенов и М. Хаджилазова, но тя не е включена в материалите по конкурса, затова не я дискутирам.

в) Динамични системи и квантуване

Ще спомена, че в [73] са намерени два класа от интегрируеми системи, а в [70, 79, 87, 88, 89, 104, 121, 122] са установени параметризации в явен вид на някои класове от равнинни криви. Заслужава да отбележа и намирането в явен вид на решения от типа „бягаща вълна” на няколко ЧДУ от вида на Бусинеск (парадигма-уравнение на Бусинеск), Гарднер, Кортевег-де-Фриз и др. Отново централна роля тук играе уравнението на обобщената еластика.

Друг обект на изследване на доц. Младенов е и геометричното квантуване, което заменя каноничното квантуване за фазови пространства с нетривиална топология [40]. Този апарат успешно е приложен в [26] към геодезичния поток върху S^n , а в [40] е намерен спектъра на равнинния ротатор. В [27] са построени континуални аналитични

решения за деформацията на класическия модел на Дебай-Хъкел. Ще спомена също и за явната връзка, установена между полиномите на Киркууд и Беселовите функции.

Като изхожда от правилата за квантуване на Бор-Зомерфелд, кандидатът изучава квантови аспекти на свободните ротации на твърдо тяло, чийто инерчен елипсоид е от общ вид [38]. В [54] е третиран релативистичният вариант на задачата на Кеплер, където са намерени енергетичните нива на разглежданата система. Най-сетне квантувани са геодезични потоци върху сплеснатите и удължените ротационни елипсоиди в [40, 43].

г) Ротации и приложения в механиката

Значението на ротациите в механиката е толкова отдавна добре известно, че не се нуждае от никакъв коментар. Още Ойлер е поставил задачата за факторизацията на произволна ротация като композиция (произведение) на 2 или 3 последователни ротации около отнапред зададени оси. В [105, 107, 120] обобщения на задачата на Ойлер се изследват с помощта на подходящи векторни параметри, които позволяват намирането на явни решения на проблема в ковариантна форма. Във връзка с евентуалните конкретни приложения ще спомена само, че в § 7 на [119] са посочени числени примери, в които е приложен алгоритъмът на Ойлеровата факторизация, описан в § 3 на същата статия.

Г-н Младенов и съавтори намират в [114] хиперболични еквиваленти на известната формула на Родригес. В [108, 110] се предлага нов тип разлагания – при зададена фиксирана ос и ъгъл, но при втората ос, която се търси. Ще отделя внимание на [110], където се разглежда случая на симетрична 3-мерна ортогонална матрица и се предлага директен подход за представянето ѝ като композиция на ротации около 3 „почти произволно” избрани оси. Изложен е подробно описан алгоритъм, който се илюстрира и с подходящ пример.

д) Спектрални свойства на едномерните уравнения на Шрьодингер и Дирак

(Био)физическата основа в този тематичен кръг е свързана с преноса на заряд в белтъчни структури и се моделира като движението на частица или вълна в нехомогенна среда. Теоремата на Саксън-Хътнер третира наличието на забранени енергетични зони на неподредена среда в интервалите, където забранените зони на отделните съставлящи я компоненти се припокриват.

Авторът обобщава (разширява) твърденията на теоремата на Хътнер-Саксън за случая на произволен брой потенциали (не само 2). Нещо повече, той извежда критерий, обхващащ всички досега известни примери, за които резултатът на Хътнер-

Саксън е валиден както в релятивистичния, така и в нерелятивистичния случай [28, 29, 30]. Естествено е, че теоремата на Хътнер-Саксън притежава и чисто алгебрични аспекти. Те се разглеждат в [61, 67]. Това показва желанието на доц. Младенов да третира проблема от различни гледни точки, за да получи по-богати резултати.

Забележка 1. В статиите от раздели а), б) често се използва апарат от класическата диференциална геометрия, теорията на ОДУ, груповия анализ на Ли и специалните функции (главно елиптичните функции на Якоби, но понякога и функцията на Вайерщрас). При изучаването на много класове от плоски криви са предложени хубави чертежи, които добре визуализират аналитичните разглеждания.

Общо наблюдение е, че статиите по конкурса са отпечатани в списания на много добро професионално равнище (повечето физически, но също математически, механически и многопрофилни).

2. Ще приведа тук няколко наукометрични данни за [125-26]. Публикувал е в 18 списания с IF (главно чуждестранни) и понякога повече от един път в едно списание, като у нас в „Доклади на БАН” има 10 статии. Сумарният IF, който пресметнах по данни на кандидата, е над 26 (приблизително 26,20). Има SJR 5 в списания и трудове на конференции. Искам да добавя за сведение, че в предишни конкурси [1-25] той има IF около 15,70. Тези публикации са 1-6 съавтори, като неговите самостоятелни работи са 17, с двама съавтори – 31, с петима съавтори – 2 и с шестима съавтори – 1. Останалите 49 статии са с 3 или 4 съавтори.

В трудове на хубави конференции и конгреси с международно участие има около 50 публикации. По отношение на цитатите ще спомена, че те се отнасят до всичките статии от списъка. Забелязани са 301 цитата на около 50 негови публикации. Повечето цитати са в чужбина и от чужди автори. За да бъда по-точен, ще открия най-много цитираните работи. Това са [4] с 24 цитата, [11] с 53 цитата и [66] (от 2008 г.) с 12 цитата.

Открих няколко цитата в препринти и пет в Wikipedia или сродни електронни издания. Не разполагам с разделителен протокол от авторите при съвместните публикации, но имам достатъчно основания да смятам, че те са написани при еднаквото им участие. Нещо повече, при повечето от тях И. Младенов е бил водещият в групата.

Кандидатът е апробирал многократно резултатите от своите изследвания у нас и в чужбина. Той има участия с доклади в 26 конференции у нас с международно участие, а също така в 16 конференции в чужбина (Полша, Германия, Китай, Австрия, САЩ, Румъния, Чехия, Испания).

В научни проекти през последните 10 години има 5 участия, от които ръководител е бил на 4. Три от проектите са международни – с ПАН. Аспирантката на кандидата Мариана Хаджилазова защити през 2012 г. успешно дисертация из областта на биофизиката. Най-сетне г-н Младенов е имал педагогическа натовареност във ФМИ (упражнения, спецкурс), но преди повече от 20 г. Член е на НС. Бил е член и председател на Организационния комитет на много научни конференции у нас и в чужбина. От няколко години той издава списанието *Journal of Geometry and Symmetry in Physics*, което завоюва безспорно международно признание и има SJR (Science Journal Ranking) индекс 0,438 при таван на индекса под 40 (39,4).

3. Ето няколко критични бележки

а) Статии [123] и [124] съвпадат с точност до първата си страница. Явно се касае за техническа грешка, защото заглавията са съвсем различни, а [124] започва от стр. 325 и продължава със стр. 219-224. Статия [123] е от стр. 218-224.

б) Между статиите [45] и [47] има частично пресичане, защото 4 от теоремите са същите. Има различия в геодезичните и системата Maple, включена в [45]. [47] е частичен обзор на [45].

в) На един обект, например на различни варианти на еластичния балон, са посветени по няколко статии.

Горните бележки не омаловажават качеството на изследванията и на предложените резултати.

4. Лични впечатления от кандидата. Познавам доц. И. Младенов от 70-те години на миналия век, когато като студент той посещаваше в ИМИ мои спецкурсове из областта на симплектичната геометрия и ЧДУ. Любознателен, с вкус към новото, актуалното и интересното в математиката. В последствие сме се срещали многократно на семинари и конференции у нас. Своите резултати е докладвал пред широка математическа, а и понякога физическа аудитория на Пролетните конференции на СМБ, на конференциите на BGSIAM и на Традиционните уъркшопове по комплексни структури и векторни полета, организирани от С. Димиев и К. Секигава.

5. Заключение. Получени са многобройни и интересни резултати с приносен характер в различни области на физиката (биофизика, квантова физика, математическа физика), механиката, геометрията. Те допускат приложения например към биологичните мембрани, наноструктурите, в механиката и др.

Авторът е завоювал международно признание в областите, в които работи, и е издател на сравнително ново, но вече утвърдено списание по геометрия и симетрии във физиката. Предложените материали по конкурса значително надвишават изискванията на ЗРАСРБ, неговия Правилник и Правилниците за прилагане на ЗРАСРБ на БАН и на ИБФБМИ.

Всичко гореизложено ми дава достатъчно основания да препоръчам на почитаемото Научно жури и на НС на ИБФБМИ да присъдят академичната длъжност „професор” на доц. д-р Ивайло Милачков Младенов.

София

Подпис:

(Акад. Петър Попиванов)