

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност Доцент
по специалност 4.1 Физика на кондензираната материя
(съгласно обявата в ДВ, брой 61 от 02.08.2019 г.)

с кандидат: гл. ас. д-р Харитюн Маркар Нарадикян в ИФТТ-БАН

Рецензент: академик дфн Александър Георгиев Петров, почетен член на ИФТТ

1. Гл. ас. д-р Харитюн Нарадикян (единствен кандидат) участва в конкурса за доцент с общо 18 научни публикации (показател Г7), и една заявка на патент за изобретение (в процедура), както и с 6 публикации от дисертацията си за научно-образователна степен „доктор“ (показател В4). Две от публикациите са по молекулярно-лъчева епитаксия, останалите 16 са по физика на течните кристали. Публикациите са независими и не се констатира съвпадение между тях.

2. Всички публикации извън дисертацията (18 на брой) се приемат за рецензиране. Тези от дисертацията (6 на брой) не се рецензират тук (рецензентът вече ги е оценил), но се имат предвид при заключението. Кандидатът отговаря на минималните национални, академични и институтски изисквания по нормативни документи, като по показатели групи Г и Д е налице чувствително надвишаване.

3. Обща характеристика на научната и научно-приложната дейност на кандидата: Харитюн Нарадикян има дългогодишна научно-изследователска (31 години) и технологична дейност (8 години). Той е магистър по Инженерна физика, специалност Ядрена техника, завършил СУ "Климент Охридски" през 1979 г. От 1980 до 1988 г. той работи в ХМС (физик-радиолокация), Научно приборостроене-БАН (рък. лаборатория), Интеркварц (технолог). През 1989 постъпва в ИФТТ като н.с. III ст., впоследствие е избран за главен асистент (2004) и доктор (2014). Инициирал е и е участвал в 3 научно-изследователски проекта на ИФТТ с НФНИ и в 1 Европейски проект ИНЕРА. Участвал е в колективи, получили 2 награди за най-добри научни постижения на ИФТТ (2013 и 2019) и 1 за най-добро постижение по международно сътрудничество (2004). Докладвал е на 13 международни научни мероприятия у нас и в чужбина. Член е на Течнокристалното дружество.

4. Педагогическата дейност на кандидата от началото на кариерата му: Д-р Нарадикян е чел лекции по физика на течните кристали и течнокристална индикация в ТУ-София. Ръководил е една дипломантка от ТУ-София по темата „Физика и електрооптика на термотропни течни кристали“.

5. Основни научни и научно-приложни приноси (за всеки принос се посочва къде се съдържа), съдържателно да се анализират научните постижения на кандидата, като се заяви ясно какъв е характерът на научните приноси:

- *формулиране (обосноваване) на нова хипотеза:*

Анализирани са възможните механизми, управляващи електроконвективната (ЕК) нестабилност в стандартна и латерална геометрии в нематици с близък S_c порядък (притежаващи при охлаждане смектична С фаза: [5,6,9,10, В-1, В-2, В-3]. Предложен е метод, основаващ се на бифуркационен анализ, за разграничаване на двата основни ефекта управляващи електрооптичните свойства на такива нематици - диелектрична реориентация и електроконвективност [10]. В допълнение на стандартната теория е

представена нова, двумерна интерпретация на електрохидродинамичната нестабилност, в която се отчита електропроводимостта в слоя.

За първи път са наблюдавани в латерална течнокристална геометрия параболични ЕК дендрити [5]. Предложен е единен обобщен модел на термални и ЕК дендрити в нематици с близък S_C порядък [6, 9]. Показано е, че растежът на дендритите е индикация за нелинеен дисипативен процес далеч от термодинамично равновесие. Установено е, че термалните и ЕК дендрити са индикация на субкритично поведение, което е в основата на бифуркационен ефект („разцепване“ на конвективно и хомогенно състояние, наблюдавано като текстурна бистабилност).

- доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези:

Чрез поляризационен анализ на азимуталния ъгъл на отклонение на директора в равнината на слоя при ЕК режим е намерено, че ЕК поражда нестабилност от усукващ тип. Чрез кохерентна лазерна дифракция, при нормално и косо падане, са изследвани динамичните характеристики в режим на електроконвективност на НТК с близък S_C порядък [В-1, В-2, В-3]. Измереното време на отклик е на порядък по-малко, отколкото това в класическите нематици.

Идентифицирани са приносите на амплитудната компонента на дифракционната решетка, свързана с нечетните дифракционни порядъци и на фазовата решетка, свързана с четните порядъци. Освен типичната за класическите нематици втора хармонична в модулираната преминала светлина, за първи път е получена и четвърта хармонична. Обяснение на тези явления се съгласува с предложената нестабилност от усукващ тип. Направена е оценка на динамиката на нематиците с близък S_C порядък и е предложен механизъм на ЕК.

- създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии:

За първи път са регистрирани фазови преходи чрез прилагане на Повърхностен фотозарядов ефект (SPCE) в термотропни ТК и в лиотропни ТК на липидна основа (SOPC). Представено е и обяснение на механизма на този ефект вследствие на индуцирането на двоен слой от товари на интерфейса: течен кристал-твърдо тяло. Всяка промяна във фазата на течния кристал променя сигнала от SPCE [16].

Създадена е нова, експресна методика за контрол на фазови преходи в течни кристали въз основа на повърхностния фотозарядов ефект. Методиката е успешно приложена. По този повод в Българското патентно ведомство е подадена заявка за патент: вх. No: 112488/ 13.04.2017г.

- получаване и доказване на нови факти:

Анализирана е основната характеристика на ефекта на повърхнинна памет: активационната енергия на изтриване. Оценено е електричното и механичното състояние на граничната повърхност, отговорни за индуцирането или „изтриването“ на паметта [11, В-4, В-6].

Показано е, че повърхнинно ориентирани едностенни въглеродни нанотръбички нанесени върху SiO/ITO/стъкло повърхност, усилват ефекта на повърхнинна памет в ТК 7OBA (heptyloxybenzoic acid), респективно енергията на „закотвяне“, която става четири пъти по-голяма от тази на SiO/ITO/стъкло [В-4, В-6].

Получени са нанокompозитни смеси от водородо-свързани димерни течни кристали NOBA, служещи като матрица и немезогенни добавки (едностенни въглеродни нанотръбички) (SWCNT), графенови люспи (GFs), hydroxypyridine (HOPY),

perfluorooctanoic acid (PFOA) или мезогенни такива (холестерил бензоат (ChB) [9, В–4, В–5, 13, 14, 18].

Чрез ИЧФТ спектроскопия и микротекстурен поляризационен анализ е установено, че при нарастване на концентрацията на акцептори (НОРУ) при смес с донори (НОВА) на водородни връзки се реализират последователно хирални надмолекулни комплекси и физичен гел [9].

Намерени са ефективни концентрации на мезогенните добавки, осигуряващи необходимата стерична и енергетична съвместимост между молекулите на ТК и добавката. Регистрирани са преходи от ахирални към хирални състояния (хирален смектик С, възвратен нематик и възвратен хирален нематик), включително и фероелектричния смектик С_G (теоретично предсказана от de Gennes хирална двуосна смектична фаза, характеризираща се с възможно най-ниската симетрия С₁ и постоянна обемна електрична поляризация) [В–4, В–5]. Детектирана е извън-равнинната перманентна електрична поляризация в С_G фаза и е определена нейната големина.

Показано е, че използването на функционализирани едностенни въглеродни нанотръбички при изготвяне на нанокмозитите води до усилване на спонтанната обемна фероелектричност на смектична С_G фаза [13].

- приноси за внедряване: методи, конструкции, препарати, схеми и т.н.:

Предложен е метод за получаване на полимерно диспергиран течен кристал (PDLC), при който затворените в полимерната матрица ТК “капки” са хирални структури с фероелектрични свойства. Чрез оптични спектри на PDLC, снети на отразена и преминала светлина, при различни температури е показано възможното им приложение в противопожарната и температурно-индикаторна техники [3,7, 8].

Предложен е оптичен метод за контрол на подреждането на нематичните течни кристали в оптични влакна на основата на фотонни кристали формирани в ТК среда [12]. Реализирано е електрично-контролирано Брегово разсейване (електричен контрол на посоката на хиралната ос) при различни хирални стъпки и от там на ширината на забранената фотонна зона.

Проведени са експерименти с графенови монослоеви, нанесени като електроди за електрично управление на течнокристална клетка, заместващи популярните електроди от ИТО. Постигнато е много нисковолтово електрично възбуждане ≈ 0.4 V/ μm и електричен отзвук в скалата на микросекундите. Резултатите от тези изследвания са докладвани на VIII конгрес „Нанонаука и нанотехнологии“, Потсдам, 2018 г.

6. Отражение на научните публикации на кандидата в нашата и чуждестранна литература (по негови данни):

- наукометрични показатели: Брой статии с импакт фактор - 13, брой цитати – общо 75, от които 27 по дисертацията и 48 извън дисертацията, h-индекс - 6).

- вид на цитатите: Кандидатът не е представил копия на съществени цитати; цитатите от списъка му са в авторитетни, високо-импактни списания, и от утвърдени автори в областта; броят на цитатите варира типично от 1 до 4 цитата на статия; открояват се статии 5 и 6 по дисертацията – с по 10 цитата и статия 9 извън дисертацията – с 24 цитата.

7. При колективни публикации да се отдели приносът на кандидата, а при сигнал за плагиатство да се даде становище относно наличието или липсата на плагиатство (ЗРАСРБ, чл.10 (2)).

Всички представени публикации са в колектив. Самостоятелни статии кандидатът не представя. Броят на авторите е от 3 до 7, като най-често са 4 автори. Между

съавторите личат авторитетни имена на наши и чужди специалисти, на първо място на неговия научен ръководител проф. Минко Петров.

Независимо от колективния характер на работите, водещият принос на д-р Нарадикян по отношение на електрооптичните експерименти и теоретичното им обяснение може лесно да бъде открит. Тези приноси, изтъкнати по-горе, са до голяма степен негово собствено дело. Статиите демонстрират освен всичко друго и способността на кандидата да работи в екип, като при много аспекти показва водеща и организираща роля.

8. Критични бележки на рецензента по представените трудове, включително и по литературната осведоменост на кандидата:

Кандидатът е добре запознат с литературата и умело напипва нерешените въпроси, които изяснява в собствените си изследвания.

9. Лични впечатления на рецензента за кандидата и други данни, непосочени в предходните точки:

Личните ми впечатления от д-р Нарадикян, започнали от рецензирането на неговата дисертация за степента „доктор“ и продължили в колегиално общуване на семинари, школи и конференции, са изцяло положителни. Д-р Нарадикян е натрупал значителен опит в областта на физиката на течните кристали и се ползва със заслужено уважение и признание от течнокристалното общество.

10. Мотивирано и ясно формулирано заключение.

Гл. ас. Нарадикян демонстрира във този конкурс подчертано научно израстване след неговата защита, и подготвеност за хабилизация.

С оглед на факта, че кандидата отговаря на всички изисквания на закона и правилниците към него, и се представя с широка палитра от качествени разработки по физика на течните кристали, предлагам на Почитаемото Жури да оформи предложение гл. ас. д-р Наритюн Маркар Нарадикян да бъде избран на академичната длъжност „Доцент“ от НС на ИФТТ.

06 Ноември 2019

Рецензент: академик дфн Александър Г. Петров,

/подпис/

REVIEW

Competition for the occupation of the academic position Associate Professor in ISSP-BAS
Specialty 4.1 Physics of condensed matter
(according to the SG ad, issue 61 of 02.08.2019)

Candidate: Assist. Prof. Dr. Harityun Markar Nakadikian from ISSP-BAS

Reviewer: Acad. Alexander Georgiev Petrov, DSc, Fellow of BAS, honorary member of ISSP

1. Dr. Harityun Naradikian (sole candidate) participates in the competition for the position of an Associate Professor with a total of 18 scientific publications (benchmark G7), and a request of an patent for Invention (in procedure), as well as with 6 publications from his dissertation for scientific and educational degree "Doctor" (benchmark B4). Two of the publications are in the field of molecular beam epitaxy, the remaining 16 are in the physics of liquid crystals. The publications are independent and there is no overlap between them.

2. All publications outside the dissertation (18 in number) shall be considered as peer review. Those of the dissertation (6 in number) are not reviewed here (this reviewer already assessed them) but are considered in the conclusion. The applicant fulfils the minimum national, academic and institutional requirements for normative documents, with a significant overrun in the performance of groups **G** and **D**.

3. General character of the scientific and applied activities of the candidate: Harityun Naradikian has a long-standing activity in research (31 years) and technology (8 years). He holds a degree of Master in Engineering Physics, specialty Nuclear engineering, having been graduated from Sofia University "St. Clement of Ohrid" in 1979. From 1980 to 1988 he works in the Hydrometeorology Service as radio-location physicist, in Scientific Instrumentation-BAS as head of laboratory, in INTERQUARTZ company as technologist. In 1989 he joined the Institute of Solid State Physics (ISSP at BAS) as a scientific coworker III degree, subsequently was elected as head assistant professor (2004) and PhD (2014). He has initiated and participated in the 3 Research projects of ISSP with the NSF of BG and in 1 European project INERA. He participated in teams who received 2 awards for the best scientific achievements of ISSP (2013 and 2019) and 1 for the best Achievement in International cooperation (2004). He has delivered reports at 13 International scientific events at home and abroad. He is a member of the Liquid Crystal Society.

4. The candidate's academic activity from the beginning of his career: Dr. Naradikian has read lectures on Liquid crystal physics and liquid crystal displays at Sofia Technical University. He supervised a master thesis from TU Sofia on the topic "Physics and Electrooptics of Thermotropic Liquid Crystals".

5. Principal scientific and scientific-applied contributions (each contribution's origin shall be specified), clearly stating the nature of the scientific contributions:

- *Formulation (justification) of a new hypothesis:*

Possible mechanisms for the control of electroconvection (EC) instability in standard and lateral geometries in nematics with a short-range smectic C (S_C) order are analysed (i.e. in nematics, showing a S_C phase when cooled): [5,6,9,10, B-1, B-2, B-3]. A method based on bifurcation analysis is proposed to distinguish between the two main effects controlling the

electrooptical properties of such nematics: dielectric reorientation and electroconvection [10]. In addition to standard theory, a novel, two-dimensional interpretation of electrohydrodynamic instability is developed, accounting for the electrical conductivity within the LC layer.

For the first time in lateral LC geometry parabolic EC dendrites were observed [5]. Unified model of both thermal and EC dendrites in nematics with a short-range S_C order is proposed [6, 9]. The growth of dendrites was shown to be an indication of a non-linear dissipation process far from thermodynamic equilibrium. It was found that both thermal and EC dendrites were an indication of sub-critical behavior being the origin of a bifurcation effect ("splitting" into convection and homogeneous states, observed as a textural bistability).

- Demonstration by new means of substantial new aspects of already existing scientific fields, problems, theories, hypotheses:

By means of polarization analysis of the azimuthal angle of deviation of the director in the plane of the layer under the EC regime it was found that the EC generates an instability of twisting type. By a coherent laser diffraction, under normal and oblique incidence, the dynamic characteristics are tested in the electroconvection mode of NLC with a short-range S_C order [B-1, B-2, B-3]. Measured response times are an order of magnitude smaller than in classic nematics.

The contribution of amplitude components of the diffraction grating associated with the odd orders of diffraction and the phase components associated with even orders of diffraction are identified. Besides the typical for the classic nematics second harmonic in the diffracted light, for the first time a fourth harmonic is also obtained. The explanation of these phenomena is consistent with the proposed instability of the twisting type. The dynamics of the nematics with a short-range S_C order was evaluated and a mechanism of the electroconvection was proposed.

-Creation of new classifications, methods, constructions, technologies:

For the first time phase transitions were recorded by applying the surface photo-charging effect (SPCE) in thermotropic LCs and in lyotropic lipid LSs (SOPC). An explanation of the mechanism of this effect is presented as a result of the induction of a double layer of charges on the interface: Liquid crystal/Solid. A phase change in the liquid crystal phase changes the signal from SPCE [16].

A new, express methodology for control of phase transitions in liquid crystals was created based upon surface photo-charging effect. It has been successfully implemented. On this occasion, a patent application was filed with the Bulgarian Patent Office (No: 112488/13.04.2017).

-Obtaining and proving new facts:

The main feature of surface memory effect was analyzed: the activation energy of erasure. The electrical and mechanical conditions of the boundary surface responsible for the "writing" or "erasure" of memory were accessed [11, C-4, C-6].

It was shown that surface-oriented single-walled carbon nanotubes inflicted on the SiO/ITO/glass surface, amplify the effect of surface memory in LC 7OBA (heptyloxybenzoic acid), respectively the energy of "anchoring", which becomes four times than that of SiO/ITO/Glass [C-4, C-6].

Nano-composite mixtures were obtained from hydrogen-bonded dimer liquid crystals (NOBA), serving as a matrix and non-mesogenic admixtures, e.g. single-walled carbon nanotubes (SWCNT), graphene flakes (GFS), hydroxypyridine (HOPY), perfluorooctanoic acid (PFOA) or mesogenic ones, e.g. cholesteryl benzoate (ChB) [9, B – 4, C – 5, 13, 14, 18].

By FTIR spectroscopy and microtexture polarization analysis, it was found that when the concentration of acceptors (HOPY) in a mixture with donors (NOBA) of hydrogen bonds was increased, sequential chiral supramolecular complexes and physical gel were formed [9].

Effective concentrations of mesogenic additives were found, providing the necessary steric and energetic compatibility between the LC molecules and the additive. Transitions from achiral to chiral states (chiral smectic C, re-entrant nematic and re-entrant chiral nematic) were observed, including the ferroelectric smectic C_G (theoretically predicted by de Gennes chiral biaxial smectic phase, characterized by the lowest possible symmetry C₁ and permanent bulk electric polarization) [C – 4, C – 5]. The out-of-plane permanent electric polarization in the C_G phase was detected and its value is determined.

It was shown that the use of functionalised single-walled carbon nanotubes in the production of nanocomposites lead to amplification of the spontaneous bulk ferroelectricity in a smectic C_G phase [13].

-Implementation contributions: Methods, constructions, preparations, schemes, etc.:

A method for obtaining a polymer dispersed liquid crystal (PDLC) was proposed, in which the enclosed in the polymer matrix LC drops are chiral structures with ferro-electric properties. With PDLC optical spectra captured by light reflected and transmitted at different temperatures, their possible application in anti-fire and temperature-indicator techniques [3.7, 8] was shown.

An optical method was proposed to control the arrangement of nematic liquid crystals in optical fibers based on photonic crystals formed in LC medium [12]. It used an electrically controlled Bragg scattering of light (by electrical control of the direction of the chiral axis) from variable chiral pitch leading to the expansion of the forbidden photon gap.

Experiments were conducted with graphene monolayers, mapped as electrodes for electrical control of an LCD cell, replacing the familiar ITO electrodes. A very low voltage electric excitation $\approx 0.4 \text{ V}/\mu\text{m}$ was achieved and electrical response was in the microsecond scale. The results of these studies were reported at the VIII Congress "Nanoscience and Nanotechnology", Potsdam, 2018.

6. Evaluation of the candidate's scientific publications in Bulgarian and foreign literature (after his data):

-Science metrics indicators: Articles with Impact factor - 13, number of quotations – total 75, of which 27 on dissertation and 48 outside dissertation, h-index = 6).

-Type of quotations: Candidate did not submit representable copies of any essential quotes of his work. Quotations listed by him are in authoritative, high-quality journals, made by established authors in the field. The number of quotations varies typically from 1 to 4 quotations per article. There are some outstanding articles (5 and 6 on the dissertation) with 10 quotations and article 9 outside the dissertation with 24 quotations.

7. In the case of collective publications, the contribution of the applicant should be underlined. If a plagiarism is signaled an opinion on the presence or absence of plagiarism (ZRAS RB, article 10 (2)) should be provided.

All submitted publications are collective ones. The candidate has not submitted standalone articles. The number of authors varies from 3 to 7, most often being 4 authors. Among the co-authors are visible authoritative names of Bulgarian and foreign experts, in the first place of his scientific supervisor Prof. Minko Petrov.

Regardless of the collective nature of the works, the leading contribution of Dr. Napadikian to electrooptical experiments and their theoretical explanation can be easily distinguished. These contributions, highlighted above, are to a large extent his own work. The articles demonstrate, among other things, the ability of the candidate to work in a team, showing in many respects a leading and organizing role.

8. Critical remarks of the reviewer on the submitted works, including the literary awareness of the candidate:

The candidate is familiar with the literature and skillfully pinpoints the unresolved problems that he clarifies in his own research.

9. Personal impressions of the reviewer for the applicant and other data not mentioned in the preceding paragraphs:

My personal impressions of Dr. Naradikian, started from the review of his thesis for the degree "Doctor" and continued in collegially communications during seminars, schools and conferences, are all positive. Dr. Naradikian has accumulated considerable experience in the field of liquid crystal physics and enjoys deserved respect and recognition from the Liquid Crystal Society.

10. A reasoned and clearly worded conclusion.

Assistant Professor Naradikian demonstrated in this competition strong scientific growth after his receiving his PhD, and preparedness for habilitation.

In view of the fact that the candidate meets all the requirements of the law and the subsequent regulations, and has presented a broad range of qualitative developments in the physics of liquid crystals, I suggest the honorable jury to adopt a proposal Ass.Prof.Dr. Narityun Markar Naradikian to be elected to the academic position "Associate Professor" by the Scientific Council of the ISSP.

06 November 2019

Reviewer:

Academician A. G. Petrov, DSc