

**АВТОРСКА СПРАВКА ЗА ОРИГИНАЛНИТЕ НАУЧНИ ПРИНОСИ**  
**на гл. асист. д-р Харитюн Маркар Нарадикян**  
**лаборатория “Оптика и спектроскопия“**  
**Институт по Физика на Твърдото Тяло “Академик Георги Наджаков“**  
**Българска Академия на Науките**

В конкурса за доцент (обявен в Държавен вестник, брой 61 от 02.08.2019 г.) участвам с общо 14 научни публикации и един заявен патент за изобретение от показател **G7**, както и с 10 публикации от показател **B4**. В авторската справка, публикациите са цитирани съгласно номерацията, в документ "07\_Harry\_publications and innovation". Научните публикации са цитирани общо 74 пъти, h – индекс 6.

## **Творческа биография**

### **Образование:**

- |                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Декември 2014</b> | 2014 г. Образователна и научна степен „доктор“ професионално направление 4.1.Физика, научна специалност 01.03.26 „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, Институт по физика на твърдото тяло “Акад. Георги Наджаков”–БАН, Тема на дисертацията: “Оптични и електрооптични характеристики на димерни течни кристали в чисто и нанокomпозитно състояние”.<br>Научен ръководител: Проф., д.ф.н. Минко Петров |
| <b>Октомври 2014</b> | Защита на докторската дисертация в Институт по физика на твърдото тяло “Акад. Георги Наджаков”– БАН, лаборатория „Оптика и спектроскопия“.   |
| <b>2011-2014</b>     | Докторант на самостоятелна подготовка, Институт по Физика на Твърдото Тяло, БАН;   |
| <b>2004</b>          | Н.сътр. I ст. / Гл. асист. Институт по Физика на Твърдото Тяло, Българска Академия на Науките  |
| <b>1989</b>          | Н.сътр. III ст. Институт по Физика на Твърдото Тяло, Българска Академия на Науките   |
| <b>1979</b>          | Магистър по инж.Физика със специализация Ядрена техника, Физически факултет – Софийски Университет<br>Заглавие на дипломната работа: “Алфа-радиационен висотомер“  |

**1972**

Математическа паралелка, Гимназия "Л. Димитрова",  
Гр. Пловдив

**Професионален опит:**

Настояща позиция: от март **2004**г. гл. асистент в направление "Физична оптика и оптични методи, Институт по Физика на Твърдото Тяло, Българска Академия на Науките, Цариградско шосе 72, 1784 София.

**Участие в проекти:**

1. Член на колектива на договор Ф 1307 с Фонд Научни Изследвания на МОН на тема: „Изследване на ахирални и с индуцирана хиралност термотропни течни кристали“ 2003-2008г.
2. Член на колектива по Европейски договор "INERA", с начална дата / Продължителност: 01.10.2013 г. / 36 + 6 месеца, в група под ръководството на доц. д-р Йордан Г. Маринов.
3. Участие по граждански договори в проекта на доц. д-р Йордан Г. Маринов-ДФНИ-Т02/18 "Наноструктурирани течни кристали за пренастройваеми фотонни устройства" 12.2014 – 2018.
4. Участие по граждански договори в проекта No. ФНИ-ДН08-2 с тема "Течнокристален подход за оптимизиране функциите на моделни липидни мембрани при вграждане на наночастици", с ръководител доц. д-р Юлия Генова.

**Професионални и научни награди:**

Участник в колектива спечелил първо място за най-добро постижение по международно сътрудничество през 2004г. за ИФТТ-БАН.

Участник в колектива спечелил първо място за най-добро научно постижение през 2013г. за ИФТТ-БАН.

Участник в колектива спечелил второ място за най-добро научно постижение през 2019г. за ИФТТ-БАН.

**Участие в конференции:**

**I. 5th National Workshop Nanoscience & Nanotechnology NANO 2003:**

1. H. Naradikian, B. Katranchev, E. Keskinova and M. Petrov, „Helicity in hydrogen bonded in dimers achiral liquid crystals“

**II. 13th ISCMP, Varna, Bulgaria, 2004:**

1. B. Katranchev, M. P. Petrov, H. Naradikian, " Microtextural polarization analysis of surface controlled by holographic diffraction gratings smectics C and nematics with short range smectic order."

2. B. Katranchev, H. Naradikian and M. Petrov, „The role of hydrogen bonding for initiation of chirality, dendrites and physical gel in nematic with short range smectic C order“

3. P. Pavlova, L. Avramov, H. Naradikian, T. Angelov, A. G. Petrov, "Temperature dependence of chromaticity in polymer-dispersed cholesteric liquid crystal: reflection and transmission characteristics".

### **III. 7th National Workshop Nanoscience & Nanotechnology NANO 2005:**

1. Kr. Panayotov, T. Angelov, H. Naradikian, B. Katranchev and M. Petrov „The optical fibers obtained by liquid crystal photonic bandgap, Photonic Crystal Fibers (PCFs)“

### **IV. International Workshop on Liquid Crystals for Photonics, April 26-28 2006, Gent (Belgium):**

1. **P-14**, M. Petrov, B. Katranchev and Haritun Naradikian „Mechanism of thermal and electroconvective dendrites in dimerized nematic liquid crystals“

2. **P-46**, M. Petrov, T. Angelov, H. Naradikian, B. Katranchev, A. Zheltikov and K. Panajotov, „An optical method for control of the nematic liquid crystal photonic bandgap fibers alignment“

### **V. 14th ISCMP, Varna, Bulgaria, 2006:**

1. M. Petrov, B. Katranchev, E. Keskinova and H. Naradikian, „The electroconvection in dimeric nematic liquid crystals“.

2. M. Petrov, B. Katranchev and H. Naradikian, „Surface anchoring breaking in smectic C liquid crystals“.

3. M. Petrov, B. Katranchev, H. Naradikian, T. Angelov, K. Panajotov and A. Zheltikov, „Electrically tunable chiral nematic liquid crystal photonic crystal fibers“.

### **VI. 15th ISCMP, Varna, Bulgaria, 2008:**

1. M. Petrov, E. Keskinova, H. Naradikian and B. Katranchev, „Diffraction in smectic C and nematic with short range smectic C order at obliquely incidence of coherent laser light“.

### **VII. 16th ISCMP, Varna, Bulgaria, 2010:**

1. B. Katranchev, H. Naradikian, E. Keskinova and M. Petrov, „The role of the negative electroconductivity anisotropy at the electroconvection in nematic liquid crystals with short range smectic C order“.

### **VIII. 17th ISCMP, Varna, Bulgaria, 2012:**

1. M. Petrov, B. Katranchev, P. M. Rafailov, H. Naradikian, U. Dettlaff-Weglikowska and E. Keskinova, „Optical properties of dimeric liquid crystals doped with single-walled carbon nanotubes“.

### **IX. 18th ISCMP, Varna, Bulgaria, 2014:**

1. B. Katranchev, M. Petrov, E. Keskinova, H. Naradikian, P. M. Rafailov, U. Dettlaff-Weglikowska and T. Spassov, „Liquid crystal nanocomposites produced by mixtures of hydrogen bonded achiral liquid crystals and functionalized carbon nanotubes“.

### **X. The 13th European Conference on Liquid Crystals, Manchester, UK, 2015:**

1. B. Katranchev, M. Petrov, P. Rafailov, N. Todorov, E. Keskinova, H. Naradikian, T. Spassov, „Ferroelectric state induced in mixture of dimer liquid crystal and perfluorooctanoic acid“.

### **XI. Membrane and Liquid Crystal Nanostructures (MELINA)**

**September 4 – 5, 2016, Sts. Konstantin & Helena Resort, Varna, Bulgaria.**

P – 10, K. Zhelyazkova, M. Petrov, B. Katranchev, H. Naradikian, G. Dyankov: Surface plasmon for exploration the temperature dependence of hybrid cholesteric liquid crystal's pitch

P – 12, H. Naradikian, M. Petrov, B. Katranchev, T. Milenov, S. Tinchev: Surface

characterization and orientation interaction between diamond-like carbon layer structure and dimeric liquid crystals

**XII. XIVth European Conference on Liquid Crystals, June 25-30. 2017/ Moscow Russia.**

1. Minko Petrov<sup>1\*</sup>, Haritun Naradikian and Peter Rafailov: Smectic CG phase in hydrogen bonded in dimers liquid crystals.

**XIII. BIT's 8<sup>th</sup> Annual World Congress of Nano Science & Technology-2018 Potsdam, Germany.**

1. Minko Petrov, Peter Rafailov, Haritun Naradikian, Boyko Katranchev, and Neno Todorov: Electrical Driving by Graphen Electrodes of doped with Graphen Flakes Dimeric Liquid Crystal System.

## **Научни приноси, съдържащи се в публикационните трудове**

Списъкът на научните публикации, на които съм съавтор включва 14 работи в реферирани международни списания с IF/SJR фактор от показател **Г7**.

За показател **В4** са използвани 10 публикации в реферирани списания с IF/SJR фактор. Научните публикации са цитирани общо **74** пъти, **h – индекс 6**.

Обект на изследванията в представените работи са термотропни вещества проявяващи течнокристални (ТК) фази. Холестеричните и полимер диспергираните течно кристални системи, използвайки температурната им зависимост на стъпката на холестеричния ТК са разработени ефективни образци с приложен аспект в индикаторната техника. Интересни ТК проявяващи нематична (N) и смектична С (Sc) фази са тези от хомоложния ред на p,n-alkyloxybenzoic acid (nOBA) . Важна особеност на тези ТК е, че специфичните свойства на Sc се проявяват още в N фаза и тя се разделя на две подобласти – високотемпературна (класически нематик) и нискотемпературна с подчертан близък смектичен порядък (значителни флукуации на смектичния порядък). Избрахме p,n-alkyloxybenzoic acid (nOBA) като типични представители на ТК, които са изградени от димерни молекули и които разкриват ефектите и явленията, свързани с физичните характеристики на N с близък Sc порядък.

**1.** Анализирани са възможните механизми, управляващи електроконвективната (ЕК) нестабилност в стандартна и латерална геометрии на нематични течни кристали, предшествващи при охлаждане смектична С фаза [9–В4,6–В4, 3–Г7,5–Г7,6–Г7,7–Г7,8–Г7].

● Предложен е метод, основаващ се на бифуркационен анализ, за разграничаване на двата основни ефекта управляващи електрооптичните свойства на ахиралните N ТК с близък Sc порядък - диелектрична реориентация и ЕК[5–Г7]. Намерено е, че геометрията на ТК система, физичната анизотропия и големината на смектичните флукуации определят характера на ЕК.

● Анализирани са възможностите за приложение на стандартния модел за ЕК при прилагане на аналитични приближения в праговото уравнение за трите типа, намерени от нас, електроконвективности, наблюдавани в три отделни нематични температурни области на N с близък Sc порядък [5–Г7]. В

допълнение на стандартната теория е представена нова интерпретация на електрохидродинамичната нестабилност (двумерна), в която се отчита електропроводимостта в слоя.

- За първи път са наблюдавани в латерална течнокристална геометрия параболични електроконвективни дендрити [9–B4]. Предложен е единен (обобщен) модел на механизъм на термални и електроконвективни дендрити в нематици с близък смектичен порядък [7–Г7,6–B4]. Показано е, че растежът на дендритите е индикация за нелинеен дисипативен процес управляван във от термодинамично равновесие. Установено е, че термалните и ЕК дендрити са индикация на субкритично поведение (прекъснато), което е в основата на бифуркационен ефект – „разцепване“ на конвективно и хомогенно състояние, наблюдавано като текстурна бистабилност.

- Електроконвективната нестабилност (ЕКН) в нематични течни кристали (НТК), проявяващи се като нематици с близък смектичен С порядък в температурния обхват над смектик С при охлаждане, демонстрират уникални електрооптични явления дължащи се на генерацията и зараждането на смектичните слоеве още вътре в нематичния регион. Тези свойства се проявяват под определена температура (Т\*) вътре в тази течна кристална фаза. Чрез поляризационен анализ на азимуталния ъгъл на отклонение на директора вътре в равнината при ЕК режим ние стигаме до заключението, че това е нестабилност от усукващ тип. Измереното, време на отклик в този материал е около един порядък по-малко отколкото това в класическите нематици. Чрез кохерентна лазерна дифракция, при нормално и косо облъчване, са изследвани динамичните характеристики в режим на електроконвективност на НТК с близък Sc порядък [6–Г7,7–Г7,8–Г7]. Идентифицирани са приносите на амплитудната, свързана с нечетните и фазовата, свързана с четните порядъци, компоненти на дифракционната решетка. За първи път е получена четвърта, освен типичната за класическите нематици втора, хармонична. За обяснение на тези явления беше предложена нестабилност от усукващ тип за този материал. Направена е оценка на динамиката на нематиците с близък Sc порядък и е предложен механизъм на ЕК.

2. Анализирани са основната характеристика на ефекта на повърхнинна памет – активационната енергия на изтриване и е оценено електричното и механичното състояние на граничната повърхност, отговорни за индуцирането или “изтриването” на паметта [4–B4, 9–Г7,10–Г7].

- Показано е, че повърхнинно ориентирани едностенни въглеродни нанотръбички [9–Г7,10–Г7], нанесени върху SiO/ITO/стъкло повърхност, усилват ефекта на повърхнинна памет в ТК 7ОВА (heptyloxybenzoic acid), респективно енергията на „закотвяне“, която става четири пъти по-голяма от тази на SiO/ITO/стъкло.

3. Получени са нанокомпозитни, смеси от водородо-свързани димерни течни кристали nОВА, служещи като матрица и немезогенни (едностенни въглеродни нанотръбички) (SWCNT), графенови флейки (GFs), hydroxyuridine (HOPY), perfluorooctanoic acid (PFOA) или мезогенни (холестерил бензоат (ChB), [6–B4, 9–Г7, 10–Г7,12–Г7,13–Г7,2–B4].

- Чрез инфра-червена Фурие трансформирана спектроскопия и микротекстурен поляризационен анализ, е установено че при нарастване на концентрацията на акцептори (НОРУ) при смес с донори (пОВА) на водородни връзки се реализират последователно хирални надмолекулни комплекси и физичен гел [6–B4].
- Намерени са ефективните 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, реентрант нематик и реентрант хирален нематик), включително и фeroелектричния смектик С<sub>G</sub> (теоретично предсказаната от de Gennes хирална двуосна смектична фаза), характеризиращ се с възможно най-ниската симетрия С<sub>1</sub> и постоянна обемна електрична поляризация [9–Г7,10–Г7]. Детектирана е извънравнинната перманентна електрична поляризация в С<sub>G</sub> фаза и е определена нейната големина.
- Показано е, че използването на функционализирани едностенни въглеродни нанотръбички при изготвяне на нанокompозитите води до усилване на спонтанната обемна фeroелектричност на смектична С<sub>G</sub> фаза [12–Г7].
- В изследваните нанокompозити са идентифицирани два вида фeroелектричност: развиваща се фeroелектричност, характерна за смесите 9ОВА/НОРУ, 7,8,9ОВА/PFOA и развита -/термодинамично установена/ фeroелектричност характерна за 7ОВА/SWCNT, 8ОВА/SWCNT, 8ОВА/ChB [13–Г7].
- На базата на Фурие трансформирана и микро Раманова спектроскопия са намерени специфичните физични характеристики на моделната бислойна липидна мембрана 1-stearoyl-2-oleoyl-sn-glycerol-3-phosphocoline (SOPC) и е показана основната роля на концентрацията на внесения в мембранната структура холестерол за оптимизиране на биологичните функции на мембраната. Чрез прилагане на течнокристален подход за обяснение на конформационните промени в структурата на мембраната са анализирани водородните връзки на хидратната компонента на холестерола с естерните, фосфатните и холинните групи на бислойната фосфолипидна система. Резултатите от тази работа са публикувани в *Colloids and Surfaces A*, 557 (2018) 85-93. [14–Г7]
- Усъвършенстван е молекулният и макроскопичен модел на фeroелектричната смектична С<sub>G</sub> фаза в ниско молекулни димерни течно кристални нанокompозити и е обяснен двойният смектичен наклон, характерен само за такова нискосиметрично триклинно смектично състояние. За пръв път е показано, че двойният смектичен наклон, развиващ се в температурния район на смектичната С<sub>G</sub> фаза, я разделя на две субфази, високотемпературна, С<sub>G</sub>cl, характеризираща се с наклон  $\omega$  на директора спрямо нормалата на слоя и нискотемпературна, С<sub>G</sub>ln, характеризираща се с ротация на равнината на наклона („накланяне“) на ъгъл  $0 > \delta < \pi$  спрямо оста на директора. Чрез микротекстурен поляризационен и електрооптичен анализ в нанокompозити, получени от смес на димерен течен кристал 7ОВА и графенен монослой, във формата на шупли, са детектирани микротекстурите на двете субфази, изразяващи сложните геометрии на двата смектични наклона. Двойният С<sub>G</sub> смектичен наклон и съответстващите му С<sub>G</sub>cl и С<sub>G</sub>ln субфази са потвърдени и

чрез Раманова спектроскопия. В основата на предложения молекулен и макроскопичен модел на смектичната CG фаза с двоен смектичен наклон е  $\pi$ - $\pi$  електронното взаимодействие на димерния и бифилен пръстен на течния кристал с въглеродните хексагони на графеновия монослой, при което пръстенът, респективно димерната молекула, се огъват, индуцира се фероелектрична поляризация и рязко се понижава молекулната и макроскопична симетрия на системата. Показано е, че високотемпературната CGcl субфаза е резултат от синклинни  $\omega$  и анти лининг  $\delta$  температурни флуктуации на директора, докато нискотемпературната CGln израства от синклинни флуктуации и на двата смектични наклона. Изследван е електрооптичният отзвук на двете CG субфазы в постоянно и ниско-честотно електрични полета. Чрез термодинамичен и електрооптичен анализ е показано, че преходът между двете фази е слаб фазов преход от първи род. Резултатите от тази работа са докладвани на XIVth European Conference on Liquid Crystals, June 25-30, 2017/ Moscow Russia и са публикувани в Journal of Molecular Liquids, 272, 97–105, (2018), [2–B4].

### **Научно-приложни аспекти.**

- 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 пожаро-известителната и температурно-индикаторна техники [7–B4,10–B4,4–Г7].
- Предложен е оптичен метод за контрол на подреждането на нематичните течни кристали в оптични влакна на основата на фотонни кристали формирани в ТК среда [5–B4]. Чрез електрично поле реализирахме контролирано Брегово разсейване при различни големини на хиралната стъпка (електричен контрол на посоката на хиралната ос) и от там на широчината на забранената фотонна зона.
- Проведени са експерименти с графенови монослое, нанесени като електроди за електрично управление, заместващи популярните електроди от ИТО, на течнокристална клетка. Постигнахме много нисковолтово електрично възбуждане  $\approx 0.4 \text{ V}/\mu\text{m}$  и електричен отзвук в скалата на микросекундите. Резултатите от тези изследвания са докладвани на VIII конгрес „Нанонаука и нанотехнологии“, Потсдам, 2018 г.
- За първи път в термотропни течни кристали и в моделни биомембрани на липидна основа (SOPC) бяха регистрирани фазови преходи чрез прилагане на Повърхностно Фото зарядов ефект (SPCE), представено е и обяснение на механизма на този ефект вследствие на индуцирането на зарядов бислои точно на интерфейса: течен кристал-твърдо тяло. [3–B4]
- Създадена е нова, експресна методика за контрол на фазови преходи в течни кристали. Тя работи на базата на SPCE. При промяна в течния кристал, се променя интерфейса течен кристал- твърдо тяло. Сигналът от SPCE се формира именно от тази гранична повърхност. Съответно, всяка промяна в течния кристал променя сигнала от SPCE. Методиката е успешно приложена при изследване на течни

кристали. По този повод в Българското патентно ведомство е подадена заявка за патент: вх. No: 112488/ 13.04.2017г.