

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност “Професор” в професионално направление 4.1 “Физически науки”, Научна специалност “Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и плазмата и физика на вълновите процеси”, съгласно обявата в ДВ бр. 78 от 04.10.2019 г.

с кандидат: д-р Георги Бориславов Хаджихристов, доцент в Институт по физика на твърдото тяло (ИФТТ) - БАН

Рецензент: д-р Цветанка Крумова Бабева, професор в Институт по оптически материали и технологии “Акад. Й. Малиновски” (ИОМТ) - БАН

### Общо описание на представените материали

Представените ми материали за рецензиране на единствения кандидат в конкурса, доц. д-р Георги Хаджихристов, напълно отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагането му, Правилника на БАН и допълнителните изисквания, условия, правила и решения на НС на ИФТТ. В конкурса кандидатът участва с еквивалент на хабилитационен труд, състоящ се от 7 публикации, тематично обединени в областта на нелинейната оптика и лазерната спектроскопия и с 63 публикации, извън хабилитационния труд, 2 от които са глави от книги и 4 от които са без импакт фактор и/или импакт ранг. За участие в конкурса е представен списък с 235 цитата, както и подробен списък на съществени цитати (83 на брой). Всички документи са прилежно подредени, прецизно номерирани и описани. Предоставен е убедителен и достатъчен доказателствен материал.

### Минимални изисквания

Кандидатът отговаря на минималните национални изисквания, както и на тези на БАН и ИФТТ, като по показатели групи Г, Д и Е ги надхвърля съществено: 1075 т., 470 т. и 267 т. за групи Г, Д и Е, съответно при нормативно изискуеми 220 т., 200 и 150 т., съответно. Всички публикации и цитати на кандидата, включени в настоящия конкурс не са използвани нито при придобиване ОНС “Доктор”, нито при присъждане на академичната длъжност “доцент”.

### Обща характеристика на научната и научно-приложната дейност на кандидата

Д-р Хаджихристов има дългогодишна научно-изследователска дейност (повече от 34 години) в областта на нелинейната оптика и лазерна спектроскопия, материалознание, квантова електроника, електро-оптика, органична електроника и фотоника. Той е дипломиран инженер-физик в катедра “Квантова електроника” на Физическият факултет на Софийският Университет “Св. Кл. Охридски”, където през 1990 г. защитава дисертация и придобива ОНС “Доктор”. Научната му кариера продължава в ИФТТ-БАН, където последователно заема длъжностите асистент (1990-1991 г.), главен асистент (1991-1999 г.) и доцент (от 1999 г. до сега). В периода февруари 1997 – май 1998 д-р Хаджихристов е стипендиант на Фондация “Александър фон Хумболтд” и провежда научно-изследователска дейност в областта на нелинейната оптика и спектроскопия в Институт по

Физикохимия към Университета в гр. Вюрцбург (Германия). В периода 1991- 1996 кандидатът е осъществил 4 краткосрочни специализации (за по 2-3 месеца) в Институт по Физикохимия към Университета в Вюрцбург, Германия, Институт “Макс Борн” за нелинейна оптика и спектроскопия с къси импулси в Берлин, Германия и във физически факултет на Техническият университет в Кайзерслаутерн, Германия, където работи в областта на нелинейната оптика, нелинейната лазерна спектроскопия и кохерентното анти-стоксово раманово разсейване.

С времето международното научно сътрудничество на д-р Хаджихристов се разширява и задълбочава. Той участва в смесени международни екипи за научно-изследователска дейност от Германия, Индия и Италия и като резултат публикува около 30 съвместни публикации. Научни разработки с участието на кандидата, отнасящи се до електро-оптични нанокompозити от течен кристал и метални и полупроводникови наночастици, са открити като най-ярки научно-приложни постижения на ИФТТ за 2014 и 2016 г. Д-р Хаджихристов е представил лично или в съавторство 5 поканени, 14 устни и 96 постерни доклади на научни форуми в страната и чужбина. През цялата си научна кариера кандидатът е участвал в научните екипи на 18 проекта за научни изследвания, като е бил също ръководил и на един проект за научни изследвания, финансиран от ФНИ.


### **Педагогическа дейност**

Д-р Хаджихристов е бил научен ръководител на един редовен докторант и научен консултант на друг, и двамата успешно защитили през 2014 г. и 2015 г. Бил е консултант на дипломант от ФзФ на СУ, успешно защитил през 2011 г. и ръководител на стажант от ХТМУ по програма на МОН. В момента той е научен консултант на един млад учен.

### **Основни научни и научно-приложни приноси**

Представените в конкурса научни трудове са интердисциплинарни и са посветени на проблеми от нелинейната оптика, лазерно-индуцираната спектроскопия, йонна имплантация и електрооптика.

**Хабилитационен труд**- обединява 7 публикации, тематично разделени на две подобласти: нелинейна лазерна спектроскопия на органични полимери и полярни среди и луминисценция на нови  $\text{Eu}^{3+}$  метал-органични комплекси, индуцирана с къси и ултракъси лазерни импулси. Приносите могат да бъдат характеризирани, както следва:

 *формулиране (обосноваване) на нова теория/хипотеза*

За първи път е предложено да се прилагат релациите на Крамерс-Крьониг по отношение на реалната и имагинерната части на профила на възбуждане, определяни чрез анализ на регистрирания анти-Стоксов сигнал [B4.1]. Това спомага при интерпретацията на спектри на оптическо възбуждане чрез четирифотонно смесване при Раманов резонанс.

На базата на разработен теоретичен модел е показано, че нелинейното оптическо отражение при молекулни съединения, макро-молекули и системи със сравнително големи постоянни диполни моменти, може значително да нарасне при определени условия [B4.1, B4.2]. Получените резултати са полезни от гледна точка на приложението на подобни среди в нелинейната оптика.

#### създаване на нови конструкции

Създадена е система за мултиплексно и резонансно кохерентно анти-Стоксово Раманово разсейване в кондензирани среди, състояща се от два пренастройваеми лазера, широкоивичен детектор за регистрация, хардуерни модули за управлението и автоматизация на експеримента. Системата е софтуерно обезпечена и дава възможност за измерване на кубична нелинейност ( $\chi^{(3)}$ ) и емисионни спектри. (нямат информация дали системата е все още в експлоатация)

#### получаване и доказване на нови факти

Определени са фото-физични и емисионни характеристики, както и фотостабилността на 4 нови координационни комплекса с европиеви йони  $\text{Eu(III)}$  и е посочен техният потенциал за използване като луминесцентни маркери, фотоагенти за флуоресцентна спектроскопия, нанопробни за органичната сензорика и др. [B4.5, B4.6, B4.7]

Демонстрирана е възможността за фото-възбуждане с ултракъси ( $<100$  fs) лазерни импулси с дължина на вълната във видимата област на спектъра (а не с УВ), което дава възможност за изследване на био-обекти без опасност от тяхното компрометиране [B4.6, B4.7].

#### **Работи, извън хабилитационния труд**

#### получаване и доказване на нови факти

Чрез използване на лазерна интерферометрия е определен нелокалният нелинеен отклик на йонно-имплантирани полимери. Оценена е топлинната нелинейност, както и лазерно-индуцираната промяна на оптичната фаза при отражение, вследствие на пространствената модулация на показателя на пречупване [Г7.22, Г7.56].

Установено е съществено нарастване (11 порядъка) на електрическата проводимост на йонно-имплантиран полимер, в сравнение с не имплантирания и е показан потенциал за използване като органичен транзистор [Г7.3, Г7.10, Г7.12] или електронна памет [Г7.11].

Установено е, че значителен фото-индуциран диелектро-оптичен ефект в течнокристални смеси от т.нар. тип 'гост-домакин', се наблюдава в случая на 'гост'-молекули, които имат асиметрична молекулна структура и надлъжен диполен момент [Г7.16, Г7.18, Г7.19, Г7.23, Г7.28].

Наблюдаван и обяснен е принципно нов електро-оптичен ефект в нематичен течен кристал, дотиран с малко количество метални наночастици ( $\sim 0.5\%$ ) [Г7.29, Г7.30]. Ефектът представлява пространствено-ъглово разпръскване на лазерния сноп, в страни от посоката на разпространението му, под въздействие на постоянно електрично поле.

Разработен е нов нанокompatитен материал, състоящ се от три компоненти-нематичен течен кристал (7CB), 3 wt.% кварцови наносфери и фотоактивен течен кристал 4-(4'-ethoxyphenylazo)phenyl hexanoate (EPH). Последният дава възможност за ефикасен фото-контрол на електро-оптичните характеристики при осветяване с УВ или синя светлина [Г7.35, Г7.42, Г7.48].

Разработени са нови йон-полимерни електролитни системи на базата на полиетиленов окис (PEO), поливинил пиридон (PVP) или поливинил алкохол (PVA) и  $\text{NaIO}_4$ . Показано е, че при дотирането им с подходящи концентрации на наночастици от титанов и графенов окис се наблюдава многократно повишаване на йонната им проводимост, което ги прави подходящи за полимерната електроника и като твърди електролити [Г7.39, Г7.40, Г7.44, Г7.52].

✚ създаване на нови методи и конструкции

Предложен е метод за структурно характеризиране на тънки йонно-имплантирани слоеве, който комбинира диференциалната отражателна спектроскопия и спектроскопията в средната ИЧ област и използва дисперсионния модел на Лоренц [Г7.5]. Методът е използван за определяне на зоната на локално химическо преструктуриране на полимер PMMA в резултат на облъчване с 50 keV  $\text{Si}^+$  йони [Г7.5].

Предложен е ултра-тънък делител на лазерно лъчение с дължина на вълната 1.55  $\mu\text{m}$ , който едновременно може и да съвместява/комбинира снопове [Г7.13]. За делител се използва тънкия приповърхностен слой на обемен образец от полимер (PMMA), структурно променен по подходящ начин посредством имплантиране със  $\text{Si}^-$  йони [Г7.13].

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

Посредством импулсна (2.5 ns) УВ фотополимеризация са създадени тънки (до 25  $\mu\text{m}$ ) слоеве от течно-кристален материал, диспергиран в полимер (PDLC), като е обяснен физико-химичния механизъм на процеса на формиране [Г7.1, Г7.6]. Методът дава възможност за контролиране на големината на течно-кристалните капки, което осигурява плавно пренастройване на електро-оптичните характеристики [Г7.1, Г7.6, Г7.7, Г7.57].

Показано е, че поради ефективното модулиране на интензитета и на фазата [Г7.8, Г7.14, Г7.17] на преминаващите вълни, PDLC могат да се използват като амплитудно-честотни и фазово-честотни модулатори [Г7.17, Г7.59], както и за превключватели и атенюатори [Г7.7].

## **Отражение на научните публикации на кандидата в нашата и чуждестранна литература**

Според списъците, представени от кандидата, общият му брой публикации е 130, като 103 от тях са в реферирани списания, 3 са глави от книги и 24 са публикации в сборници с материали от конференции, публикувани в пълен текст. Според база данни *Scopus* общият брой на цитатите на кандидата е 300, а *h*-индексът му е 10 (справката е от 10.02.2020 г.). Според същата база данни най-цитираната статия е от 2017 г. (Г7.39 от списък 8а) и има 22 независими цитирания.

Кандидатът е представил и справка за съществените цитирания, която съдържа 83 примера, избрани от него. Между тях впечатления правят цитирания на теоретични предположения, свързани с неудовлетворяването на дисперсионните съотношения на Крамерс-Крьониг в нелинейната оптика, както и връзката между времето на отклик и интензитета на електричното поле при течни кристали, диспергирани в полимер. Много добро впечатление правят и съществените цитати на експериментални резултати, като

например тези, свързани с промяна на свойствата на полимери чрез йонна имплантация, интерпретиране на UV-VIS и раманови спектри, методиката на изработване на електрооптични устройства от течни кристали, диспергирани в полимер (PDLC) и др.

Смятам, че наукометричните показатели на кандидата са доказателство за значимостта на получените резултати.

### **Личен принос на кандидата**

Не познавам лично кандидата и никога не съм работила с него. След запознаването с представените ми за рецензиране материали в мен се създаде и утвърди впечатлението, че д-р Хаджихристов е авторитетен и продуктивен учен, получил признание у нас и в чужбина. Нямам никакви основания да се съмнявам, че научните приноси са негово лично дело. Всички представени научни публикации са в съавторство с колективи от български и чуждестранни автори, което е напълно разбираемо и е типично за съвременните научни изследвания, изискващи познания в различни дисциплини. Обаче, в 71% от представените в конкурса научни публикации д-р Хаджихристов има водеща роля, т.е той е първи автор (2 бр.), кореспондиращ автор (10 бр.) или и двете (38 бр.). Този факт потвърждава и утвърждава създадалото се у мен впечатление за съществения личен принос на кандидата.

### **Критични забележки**

Нямам критични забележки към научната дейност на кандидата или към значимостта на представените приноси. Ще си позволя само да направя една препоръка. Смятам, че, както за ИФТТ така и за научната общност, ще бъде много полезно, ако д-р Хаджихристов се включи по-активно в обучението на докторанти и млади учени и в ръководството на проекти за научни изследвания.

### **Заклучение**

Представените материали в конкурса характеризират кандидата като авторитетен учен и утвърден експерт в областта на физиката на вълновите процеси, признат от колегите си в страната и чужбина и не случайно търсен като член на различни научни колективи и екипи. Кандидатът отговаря на минималните национални изисквания, както и на тези на БАН и ИФТТ, като по показатели групи Г, Д и Е ги надхвърля съществено.

**На базата на гореизложеното препоръчвам на почитаемото Научното жури да подкрепи кандидатурата и да предложи на НС на Институт по физика на твърдото тяло-БАН, доц. д-р Георги Бориславов Хаджихристов да бъде избран на академичната длъжност „Професор” в професионално направление 4.1. Физически науки.**

12.02.2020 г.

Изготвил рецензията:

/проф. д-р Цв. Бабева/

## **REVIEW**

**in competition for occupation of the academic position of "Professor" in the professional field 4.1 "Physical Sciences", Scientific specialty "Laser Physics, Atom, Molecules and Plasma Physics and Wave Physics", according to the announcement in State Gazette no. 78 of 04/10/2019**

**Applicant: Dr. Georgi Borislavov Hadjihristov, Associated Professor at the Institute of Solid State Physics (ISSP) -BAS**

**Reviewer: Dr. Tsvetanka Krumova Babeva, Professor at the Institute of Optical Materials and Technologies "Acad. J. Malinowski" (IOMT)-BAS**

### **General description of the materials presented**

The documents under review submitted by the sole candidate in the competition, Assoc. Prof. Dr. Georgi Hadjihristov, fully comply with the requirements of the Law of the Development of Academic Staff in Republic of Bulgaria (ZRASRB), the Regulations for its implementation, the Regulations of BAS and the additional requirements of the Scientific Council of ISSP-BAS. In the competition the candidate participates with the equivalent of habilitation thesis, consisting of 7 publications, merged thematically and concerning the field of nonlinear optics and laser spectroscopy and with 63 publications outside the habilitation thesis, 2 of them are book chapters and 4 of them are without impact factor and / or SJR. A list of 235 citations was submitted by the applicant in the competition, as well as a detailed list of significant citations (83 in number). All documents are carefully arranged, precisely numbered and described. Additional evidential materials are also provided that are sufficiently convincing.

### **Minimum requirements**

The applicant meets the minimum national requirements, as well as those of BAS and ISSP. The applicant's scores for indicators groups  $\Gamma$ , D and E: 1075, 470 and 267 points, respectively, significantly exceed the minimum requirements of 220, 200 and 150 points, respectively. All publications and citations included in this competition have not been used in acquiring PhD degree or in the competition for the academic position "Associated professor".

### **General characteristics of the applicant's scientific and applied activities**

Dr. Hadjihristov has worked as a researcher for more than 34 years in the field of nonlinear optics and laser spectroscopy, material science, quantum electronics, electro-optics, organic electronics and photonics. He was graduated from Sofia University "St. Kl. Ohridski", Physics department with specialty "Quantum electronics", where later, in 1990, he defended a thesis and acquired PhD degree. His scientific career continued in the ISSP-BAS where he consecutively occupied the positions assistant (1990-1991), assistant professor (1991-1999) and associated professor (1999 up to now). From February 1997 to May 1998, Dr. Hadjihristov was a Fellow of the Alexander von Humboldt Foundation and conducted research in the field of nonlinear optics and spectroscopy at the Institute of Physical Chemistry at the University of Würzburg (Germany). In the period 1991-1996, the candidate completed 4 short-term specializations (2-3 months each) at

the Institute of Physical Chemistry at the University of Würzburg, Germany, the Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short pulse Spectroscopy in Berlin, Germany and in Physics Faculty of the Technical University of Kaiserslautern, Germany, where he worked in the field of nonlinear optics, nonlinear laser spectroscopy and coherent anti-Stokes Raman scattering.

Over time, Dr. Hadjihristov's international scientific cooperation continuously expanded. He became a part of mixed international teams with researchers from Germany, India and Italy and published around 30 joint publications. Applicant's scientific achievements related to the electro-optical nanocomposites comprising liquid crystal and metal and semiconductor nanoparticles have been highlighted as the most striking scientific achievements of ISSP-BAS during 2014 and 2016. Dr. Hadjihristov is co-author and presenter of 5 invited, 14 oral and 96 poster reports at scientific meetings in Bulgaria or abroad. Throughout his academic career, the applicant has participated in the research teams of 18 research projects and has also supervised one research project funded by the Bulgarian National Science Fund.


### **Teaching activity**

Dr. Hadjihristov was a supervisor of one PhD student and a scientific consultant to another; both successfully defended their theses in 2014 and 2015. He was a consultant to a graduate from the Physics Department of Sofia University, successfully defended in 2011 and supervisor of intern from the CTMU under the Internship Program of Ministry of Education and Science. He is currently a scientific advisor to a young scientist.

### **Basic scientific and applied scientific contributions**


The scientific papers presented in the competition are interdisciplinary and are devoted to problems in nonlinear optics, laser-induced spectroscopy, ion implantation and electro-optics.

**Habilitation thesis** - brings together 7 publications thematically divided into two sub-areas: nonlinear laser spectroscopy of organic polymers and polar media and luminescence of new  $\text{Eu}^{3+}$  metal-organic complexes induced by short and ultra-short laser pulses. Contributions can be characterized as follows:

 *formulation ( justification ) of a new theory / hypothesis*

It has been proposed for the first time to apply the Kramers-Kronig relations with respect to the real and imaginary parts of the excitation profile determined by analysis of the registered anti-Stokes signal [B4.1]. This helps in the interpretation of optical excitation spectra by four-wave mixing spectra.


Based on the theoretical model developed, it has been shown that nonlinear optical reflection in molecular compounds, macromolecules and systems with relatively large permanent dipole moments can increase significantly under certain conditions [B4.1, B4.2]. The results obtained are useful in terms of the application of such media in nonlinear optics.

 *creation of new constructions*

A system for multiplexing and resonance coherent anti-Stokes Raman scattering in condensed media is constructed. It consists of two tunable lasers, wide-band detector for registration, hardware modules for acquiring and automation of the experiment. The system is




software-based and enables measurement of cubic nonlinearity ( $\chi^{(3)}$ ) and emission spectra. (I have no information if the system is still in operation)

 *obtaining and proving new facts*

The photo-physical and emission characteristics, as well as the photostability of 4 new complexes with europium ions Eu (III) are determined and their potential for application as labels for fluorescence spectroscopy and nanoprobe for organic sensors is demonstrated. [B4.5, B4.6, B4.7]

The possibility for photo-excitation with ultra-short (<100 fs) laser pulses with a wavelength in the visible region (not UV) is demonstrated, which makes it possible to study bio-objects without the risk of their destruction [B4.6, B4.7].

***Works outside of habilitation thesis***

 *obtaining and proving new facts*

The non-local nonlinear response of ion-implanted polymers is determined through laser interferometry. The thermal nonlinearity and laser-induced change of the optical phase in reflection mode due to the spatial modulation of the refractive index are calculated [ $\Gamma$ 7.22,  $\Gamma$ 7.56].

A significant increase (by 11 orders of magnitude) of the electrical conductivity of an ion-implanted polymer compared to the non-implanted polymer was obtained and its potential as an organic transistor [ $\Gamma$ 7.3,  $\Gamma$ 7.10,  $\Gamma$ 7.12] or electronic memory [ $\Gamma$ 7.11] was demonstrated.

It has been shown that significant photo-induced electro-optical effect in liquid crystal mixtures of the so-called "guest-host" exist when the 'guest' molecules have an asymmetric molecular structure and longitudinal dipole [ $\Gamma$ 7.16,  $\Gamma$ 7.18,  $\Gamma$ 7.19,  $\Gamma$ 7.23,  $\Gamma$ 7.28].

New electro-optical effect in nematic liquid crystal, doped with a small amount of metal nanoparticles (~0.5%) is observed and explained [ $\Gamma$ 7.29,  $\Gamma$ 7.30]. The effect is expressed in spreading of the laser beam in spatial angle along the direction of propagation of the laser beam when constant electric field is applied.

A new nanocomposite material is developed consisting of three components: nematic liquid crystal (7CB), 3 wt.% Quartz nanospheres, and photoactive 4-(4'-ethoxyphenylazo)phenyl hexanoate (EPH) liquid crystal. The latter enables efficient photo-control of electro-optical characteristics when UV or blue light is used for illumination [ $\Gamma$ 7.35,  $\Gamma$ 7.42,  $\Gamma$ 7.48].

New ion-polymer electrolyte systems are developed based on polyethylene oxide (PEO), polyvinyl pyrrolidone (PVP) or polyvinyl alcohol (PVA) and NaIO<sub>4</sub>. It has been shown that when doped with suitable concentrations of titanium and graphene oxide nanoparticles, a multiple increase in their ionic conductivity is observed, making them suitable for polymer electronics and as solid electrolytes [ $\Gamma$ 7.39,  $\Gamma$ 7.40,  $\Gamma$ 7.44,  $\Gamma$ 7.52].

 *creation of new methods and constructions*

A method for structural characterization of thin ion-implanted layers is proposed which combines differential reflectance spectroscopy and spectroscopy in the mid-infrared region and uses the Lorentz dispersion model [ $\Gamma$ 7.5]. The method was applied for determination of the



structure-modified area of a PMMA polymer as a result of irradiation with 50 keV Si<sup>+</sup> ions [Γ7.5].

An ultra-thin laser beam splitter for a wavelength of 1.55 μm is proposed, which can also combine beams [Γ7.13]. The thin layer near the surface of a bulk polymer (PMMA) is used for splitting. This layer is structurally modified in a suitable manner by means of implantation with Si-ions [Γ7.13].

✚ *Implementation contributions: Methods, constructions, preparations, schemes, etc.:*

Thin (up to 25 μm) polymer-dispersed liquid crystals (PDLC) are created by pulsed (2.5 ns) UV photopolymerization and the physicochemical mechanism of the formation process is highlighted [Γ7.1, Γ7.6]. The method enables to control the size of the liquid crystal droplets, which ensures a smooth tuning of the electro-optical characteristics [Γ7.1, Γ7.6, Γ7.7, Γ7.57].

It is shown that because of the efficient modulation of light intensity and phase [Γ7.8, Γ7.14, Γ7.17] of the propagating waves, PDLC could be implemented as amplitude and phase modulators [Γ7.17, Γ7.59], as well as for switches and attenuators [Γ7.7].

### **Reflection of the candidate's scientific publications in our and foreign literature**

According to the lists presented by the applicant, his total number of publications is 130, 103 of them in refereed journals, 3 are book chapters and 24 are publications in conference proceedings, published in full text. According to the database *Scopus* the total number of citations of the applicant is 300, and his *h*-index is 10 (inquiry on 10.02.2020). According to the same database, the most cited article has 22 independent citations and it is published in 2017 (D7.39 from list 8a).

The applicant has also provided a list of significant citations which contains 83 selected examples. Among them, I want to point out the citations of the theoretical assumptions related to the failure of the Kramers-Kronig dispersion relations in the nonlinear optics, as well as the relationship between the response time and the electric field intensity of liquid crystals dispersed in the polymer. The citations of experimental results also make a very good impression: for example the citations concerning the changes in the properties of polymers by ion implantation, the interpretation of UV-VIS and Raman spectra, the method of manufacture of electro-optical devices from polymer dispersed liquid crystal (PDLC) etc.

I believe that the acquired by the applicant scientific metric indicators (papers, citations, *h*-index, etc.) are proof of the significance of the results obtained.

### **Applicant's personal contribution**

I do not personally know the applicant and have never worked with him. After I studied carefully the applicant documents I got the impression that Dr. Hadjihristov is a reputable and productive scientist who has received recognition at home and abroad. I have no reason to doubt that his personal scientific contribution is significant. All scientific publications presented are co-authored with Bulgarian and foreign authors, which is completely understandable and typical for modern scientific research requiring knowledge in different topics. However, in 71% of the papers Dr. Hadjihristov has a leading role, i.e he is the first author (2 papers), corresponding

author (10 papers) or both (38 papers). This confirms the initial impression that I have got about the essential personal contribution of the applicant.

### **Critical remarks**

I have no critical remarks on the applicant's scientific work or the importance of the contributions presented. I will only allow myself to make one small recommendation. I think that ISSP and the scientific community they both would benefit if Dr. Hadjihristov gets more actively involved in the training of PhD students and young scientists and in the supervision (leading) of research projects.

### **Conclusion**

The documents presented in the competition characterize the candidate as highly qualified scientist and well-established expert in the field of wave physics, recognized by his colleagues at home and abroad and desirable member of various scientific teams. The applicant's scientific indicators exceed the minimum national requirements, as well as those of BAS and ISSP.

**Based on all written above I recommend to the respected Scientific Jury to support the application and to propose to the Scientific Council of ISSP-BAS Associated Professor Dr. Georgi Borislavov Hadjihristov to be selected for the academic position "Professor" in the professional field 4.1. Physical Sciences.**

12<sup>th</sup> February 2020

prof. Dr. Tsvetanka Babeva