

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност “професор” по професионално направление 4.1. Физически науки, научна специалност

„Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и физика на вълновите процеси“, съгласно обявата в ДВ № 78/04.10.2019г. с кандидат Георги Бориславов Хаджихристов, д-р, доцент в Институт по физика на твърдото тяло (ИФТТ) - БАН

Рецензент: Александър Александров Драйшу, доктор на науките, професор в Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ), ръководител на катедра Квантова електроника

1. Единственият кандидат доц. Георги Хаджихристов е представил всички необходими документи за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „професор“, изисквани съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и специфичните изисквания на ИФТТ-БАН. Цялостната му научна дейност е отразени в 103 статии в рецензирани и реферирани списания (83 след 1999г.), в 24 публикации, отпечатани в пълен текст в сборници на конференции (17 след 1999г.). Представени са данни за общо 115 участия в научни форуми с 5 поканени, 14 устни и 96 постерни доклада (90 след заемане на академичната длъжност „доцент“). Всички публикации са в рамките на професионално направление 4.1 и по научната специалност на конкурса.

2. Кандидатът в конкурса е придобил научната и образователна степен „доктор“ през м. 02, 1991г. и заема академичната длъжност „доцент“ от м. 03, 1999г. В представения от него списък на научни публикации за конкурса най-ранната включена публикация е от 2003г. Това доказва, че тези публикации не са ползвани в предшестващи процедури за придобиване на научни степени и звания. Класифицирани количествено, публикациите, с които доц. Хаджихристов участва в конкурса са: по показател В4 - шест с импакт фактор (IF) и една с импакт ранг (SJR); по показател Г7 - 34 с IF и 23 с импакт ранг. Данните в приложената по-долу таблица доказват, че той напълно отговаря на минималните национални изисквания, на изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и на решенията на Научния съвет на ИФТТ в допълнение към Правилника на БАН. Искам да подчертая, че, в количествено отношение, доц. Хаджихристов удовлетворява напълно сумарните изисквания за научната степен „доктор на науките“ и за академичната длъжност „професор“.

Група показатели	Показател	Съгласно ППЗРАС-ИФТТ		За кандидата в конкурса, съгласно представения доказателствен материал
		изисквани за „доктор на науките“	изисквани за „професор“	
А	1	50	50	50
Б	2	100	----	----
В	3 / 4	----	100	120 5 по 20т. (Q2) = 100т. 1 по 10т. (Q4) = 10т. 1 по 10т. (SJR) = 10т.
Г	5+6+... +10	100	220	Г7 + Г8 = 1015 т. по Г7 – 985 т., в това число:

				16 по 25т. (Q1) = 400т. 16 по 20т. (Q2) = 320т. 3 по 15т. (Q3) = 45т. 15 по 10т. (Q3r) = 150т. 7 по 10т. (SJR) = 70т. по Г8 (глава от книга) – 2x15т. = 30т.
Д	11	140	200	235 цитирания x 2т. = 470т.
Е	12 +... 20	----	150	267т., в това число участие в 11 проекта, национални, 11x10т.= 110т.; 5 проекта, международни, 5x20т.= 100т.; Ръководство на 1 проект- 20т.

3. Обща характеристика на научната, научно-приложната и педагогическа дейност на кандидата. Дейността на кандидата доц. Хаджихристов е доминиращо научна, преобладаващо експериментална, както с фундаментална насоченост, така и с определен акцент към възможни практически приложения. Показателно за това са не само резултатите, но и изследователските проекти, в които е участвал и които е ръководил. Педагогическата му дейност приемам за обичайната за изследовател в научен институт на БАН, който не е пряко ангажиран с учебен процес във висше училище.

4. Педагогическата дейност на доц. Хаджихристов, на част от която съм бил свидетел, е следната. В два периода е бил научен консултант на вече защитили докторанти (1 – на самостоятелна подготовка в ИФТТ-БАН и 1 във Физически факултет (ФзФ) на СУ, в ръководената понастоящем от мен катедра). Бих отбелязал само, че заглавието на защитената от д-р Стоянов дисертация във ФзФ-СУ е „Контролирано генериране и самофокусиране на сингулярни снопове и характеризирание на свръхкъси импулси” и се различава от цитираната в документите на кандидата, вероятно поради прецизиране, което е пропуснал да отрази. Доцент Хаджихристов е бил и консултант на млад учен от ИФТТ-БАН, както и на дипломант от ФзФ-СУ и наставник на студент от ХТМУ-София в рамките на Стажантска програма на МОН.

5. Основни научни и научно-приложни приноси.

В своята авторска справка за научните си приноси доц. Хаджихристов е обособил девет основни тематични направления, формулировките на които няма да повтарям тук.

Една от тематиките, в които, по моите впечатления, кандидатът в конкурса има водещ принос (не само като първи и кореспондиращ автор), е изследването на структури, базирани на йонно-имплантирани полимери. По-конкретно, изследванията са били насочени към полимера полиметилметакрилат, подложен на йонна имплантация със силиций. Установен е механизмът на промяната на оптичните свойства на йонно-имплантирания полимер - промяната на комплексния показател на пречупване и на неговото пространствено разпределение в дълбочина на материала. Получените прецизни резултати са в съгласие с физическата интуиция. Поради практическата стойност на резултатите (напр. за модифициране с цел подобряване на очни лещи за офталмологията), от тази група работи най-цитираните публикации на кандидата са [Г7.2-Г7.4] и [Г7.12] с не по-малко от 57 независими цитирания от други автори. На базата на такъв материал е прогнозирана възможността [Г7.13] да се създаде ултра-тънък светоделител за лазерно лъчение от близката инфрачервена част на спектъра, която

представлява интерес за оптичните комуникации от второ и трето поколение (около 1.3 μm и 1.55 μm). Логично се стига до проблема за определяне на локалността на отклика на този материал в пространството. В публикация [Г7.22] са представени експериментални данни, показващи силна пространствена термична нелокалност от порядъка на милиметри при имплантиран слой с дебелина от порядъка на 100 nm на дълбочина от около 100 nm. Ползваната техника е интерференчна, със запис на поредица (тук – 4 бр.) интерферограми при контролирани фазови отмествания от запис към запис, и позволява количествено реконструиране на фазовия профил на индуцираната термична леща. Допълнителни данни са представени в [Г7.56]. За изследвания йонно-имплантиран полиметилметакрилат е показано, че вследствие на имплантацията със Si йони електричната му проводимост се увеличава с 11 порядъка. Очертаните до тук приноси на доц. Хаджихристов бих определил като доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни проблеми, както и получаване и доказване на нови факти. Не бих искал да пренебрегна теоретичната интерпретация в [Г7.5], основана на модел на дисперсивни Лоренцови осцилатори, комбиниран с теорията на диференциалната инфрачервена отражателна спектроскопия. С този модел е оценена дължината на зоната на локално преструктуриране в полиметилметакрилат вследствие на имплантацията (модификацията му) със силициеви йони. За мен теоретичната база на тази публикация е находчиво разширение на съществуващите подходи за интерпретация на вибрационни спектри.

Друга тематика, актуална както от физична гледна точка, така и поради възможни приложения на резултатите, е създаването и изследването на електрооптични композитни материали, съставени от полимерен и течнокристален материал, и изследването на поведението им при облъчване с лазерно лъчение. Тук за мен се открояват две публикации, [Г7.6] и [Г7.8], само те – привлекли над 18 независими цитирания. За първи път са създадени тънки ($\sim 25 \mu\text{m}$) слоеве от полимерно-диспергиран течно-кристален материал при разделяне на двете фази, индуцирано чрез фотополимеризация. За последната се ползват наносекундни импулси от азотен лазер (дължина на вълната 337 nm). Интересна е клиновидната конструкция на клетката, в която се получават тези подредени тънки еднослойни филми, съдържащи подредени единични капчици от нематичен течен кристал в оптично-прозрачната матрица на полимера. Показано е, че тези филми проявяват електрооптична нелинейност при приложени ниски ($\sim 5 \text{ V}$) напрежения (публикации [Г7.1, Г7.57]). Като активно електрооптично устройство за практиката, базирано на такива филми с течнокристални капчици с линеен градиент на размерите им, е демонстрирано действието на пренастройваем амплитуден и фазов електрооптичен модулатор за лазерно лъчение [Г7.17]. На дължина на вълната 633 nm, при големи течнокристални капчици, е постигната промяна на фазата с около $\pi/2$ при относително ниски напрежения. Тази група резултати, включваща и демонстрираната пространствено-управляема дифракция на лазерен сноп, преминал през такива образци [Г7.6, Г7.14], бих определил като създаване на нов метод за фотополимеризация на електрооптичен материал, получаване на нови факти за важни негови оптични и електрооптични характеристики с оглед на реални приложения за електрически и пространствено-пренастройваеми амплитудни, пространствени и фазови модулатори за лазерно лъчение.

В [Г.29, Г.30], с водещия принос на доц. Хаджихристов (като първи и кореспондиращ автор), са публикувани резултати за нов електрооптичен ефект в нематичен течен кристал, наноструктуриран със златни наночастици. На базата на установения електрооптичен ефект е

постигнато модулиране на пропускането на кохерентна светлина от видимата част на спектъра с много висок контраст, превишаващ 1:1000. За наблюдаване на ефекта е необходимо относително ниско напрежение (~5 V). Ефектът е поляризационно-зависим. Установено е [Г7.29], че в присъствието на диспергирани метални наносфери се формира микро-периодична електрооптична фазова решетка, съставена от тесни надлъжни микроразмерни паралелни текстурни ивици в слоя от нематичен течен кристал. Съгласен съм с твърдението на доц. Хаджихристов, че откритият ефект има потенциал за приложение за поляризационно-чувствителни детектори, за електрически-контролируеми атенюатори, светлинни ключове, модулатори на светлина с голям контраст и други подобни устройства за фотониката. Само тези две относително скорошни публикации вече са цитирани над 23 пъти. За тях ([Г7.29] и [Г7.30]) екипът, ръководен от доц. Хаджихристов, е награден за най-важното и ярко научно-приложно постижение за 2014 г. в ИФТТ-БАН. В същата област доц. Хаджихристов е изследвал нанокompозитни материали, формирани от нематичен течен кристал с добавка на сребърни наносфери [Г7.33] и нано-сферички от силициев диоксид [Г7.31,Г7.34]. В първия случай е установено, че сребърните наночастици увеличават значително йонната проводимост. Във втория случай е наблюдавано поведение, аналогично на описаното по-горе при полимерно-диспергирани течни кристали, но при значително (по преценка на авторите) по-проста процедура за изготвяне на образците. Последните две споменати статии са оценени високо от колегията и екипът, ръководен от доц. Хаджихристов, е награден за най-важно и ярко научно-приложно постижение за 2016 г. в ИФТТ-БАН.

Друго направление, в което кандидатът в конкурса е работил, той е формулирал като характеризирани на нови йон-полимерни електролитни системи и полимер/течно-кристални електролитни композити. Нарастващата необходимост от системи за натрупване и съхраняване на електрическа енергия водят до нуждата от разработване на сигурни и икономически ефективни твърди електролити, приложими в батерии с метални йони. Приносите на доц. Хаджихристов в изследванията по темата, по данни от представената справка за научните му приноси, са в характеризирането на материалите чрез оптична спектроскопия, комплексна електрическа импедансна и диелектрична спектроскопия и чрез рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS) и рентгенова дифракция (XRD). Може би тук е мястото да отбележа общото ми впечатление, че в изследванията си доц. Хаджихристов е ползвал забележително разнообразие от експериментални методи, включващи още, например, лазерна интерферометрия, поляризационна микроскопия, UV-VIS-NIR спектроскопия на пропускане/поглъщане и дифузно отражение, Раманова спектроскопия, и други. Те, заедно с ползваните и доразвивани теоретични модели (напр. за прилагане на съотношенията на Крамерс-Кронинг в спектроскопия на четиривълново смесване), оставят у мен много положително впечатление за един опитен професионалист. Връщайки се към публикациите по темата, работа [Г7.39] е получила особено високо признание с над 20 независими цитирания.

Поради ограничения обем на тази рецензия, последно, бих искал да се спра на резултатите на кандидата в областта на нелинейната оптика и нелинейната лазерна спектроскопия на органични полимери и полярни среди. В статия [B4.1], чрез Хилбертова трансформация на спектрите на четиривълново смесване и с използване на съотношенията на Крамерс-Кронинг, е анализирана нелинейната възприемчивост от трети порядък. По-конкретно, от спектрите на кохерентно анти-Стоксово разсейване (CARS) и профила на контура на нерезонансния CARS-сигнал е определено отношението на Рамановата към електронната

нелинейни възприемчивости. Методът е приложен към данни, получени за полимер, който представлява интерес за фотониката. В статия [B4.2], на основата на разработен с негово съавторство теоретичен модел, е показано, че нелинейното оптично отражение при молекулни съединения, макро-молекули и системи със сравнително големи постоянни диполни моменти, може значително да нарасне при определени условия, например в условията на нелинеен оптичен процес на обръщане на вълновия фронт в близост до подходящ двуфотонен резонанс. За кондензирани среди със силен диполен момент, теоретично са пресметнати [B4.3.] нелинейните показатели на поглъщане и пречупване. Показано е, че при облъчване с лазерно лъчение в условията на двуфотонен резонанс, нелинейната добавка към показателите на поглъщане и пречупване може да е значителна. По принцип, такъв ефект за показателя на поглъщане се приема за нежелан, но авторите на [B4.4] предлагат той да се ползва за т. нар. оптично ограничаване на интензитета на мощно лазерно лъчение, преминаващо през тънки слоеве от силно-диполни кондензирани слоеве. Възможно практическо приложение на подхода би било за защитни покрития на оптични елементи. Методът е разгледан на примера на наносекундни импулси с тесен спектър. Интерес би представлявало едно разширяване на модела и анализ на приложимостта му за къси и свръхкъси (пико- и фемтосекундни) интензивни лазерни импулси с относително широки спектри.

6. Отражение на научните публикации на кандидата в нашата и чуждестранна литература

Общият брой на цитиранията на собствени трудове, забелязани от доц. Хаджихристов, е 400. От тях в Scopus и във Web of Science цитатите са 300. В книги цитатите са 37, в дисертации - 36, в патенти – 2. Общият брой на статиите му с импакт фактор е 79. h-индексът му е 10 по данни от SCOPUS (без автоцитати на всички автори) и 12 по данни от Web of Science. Доц. Хаджихристов е представил в документите си файл с извадки от публикации на други автори с цитирания на негови работи. Някои примери за неформални цитирания са, например, тези за съотношенията на Крамерс-Кронинг [6,11,12,14], за йонна имплантация [4,15,16,21,24, 26,28,36,39,43], за нанокompозити [18] и за диспергирани в полимери течни кристали [34,37]. Общото ми впечатление е, че публикациите на кандидата намират и ще продължат да намират отражение в специализираната литература.

7. Водещият принос на кандидата в колективните публикации за мен е достатъчно добре очертан. От представените от доц. Хаджихристов данни за 103 публикации в рецензирани списания, 82 са в списания с импакт-фактор, а останалите – преобладаващо в J. Phys. Conf. Series (с импакт-ранг) и в Bulgarian Journal of Physics. Доц. Хаджихристов е първи автор на 41 от тях, включително на трите публикувани глави от книги. Искам да отбележа, че хронологично първите му 12 публикации са в съавторство с научния ръководител на докторантурата му проф. Стоян Динев и там името му, вероятно заради прието подреждане по азбучен ред, не е на първо място.

8. Критични бележки по представените документи и по трудовете, с които кандидатът участва в конкурса, аз нямам.

9. Лични впечатления за кандидата. В годините назад бях свидетел на провеждането на два експеримента с участието на доц. Хаджихристов в Лабораторията по фемтосекундна фотоника

на катедра Квантова електроника (ФзФ на СУ). Впечатленията ми от експерименталната му находчивост и прецизност са определено положителни. В близкото минало съм присъствал на два семинара, на които той е докладвал свои резултати. Искам да споделя впечатлението си от прецизния начин на представяне на резултатите и прецизния физичен език, на които той прави това. И двете, за мен, са показателни за качествата му на изграден учен.

10. Заключение.

Кандидатът в настоящия конкурс доц. д-р Георги Бориславов Хаджихристов има съществени научни приноси по научната специалност на конкурса. Наукометричните данни на публикациите му напълно удовлетворяват изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и на решенията на Научния съвет на ИФТТ в допълнение към Правилника на БАН. В количествено отношение, доц. Хаджихристов удовлетворява напълно сумарните изисквания за научната степен „доктор на науките” и за академичната длъжност „професор”. Нямам критични бележки по публикациите и по документите, представени за конкурса. Личните ми впечатления от кандидата датират от асистентските ми години и са отлични.

Всичко написано до тук ми позволява **с пълна убеденост да препоръчам на уважаемото научно жури по конкурса ДА ПРЕДЛОЖИ на Научния съвет на Института по физика на твърдото тяло при БАН доц. д-р Георги Бориславов Хаджихристов ДА БЪДЕ ИЗБРАН на академичната длъжност „професор” по професионално направление Физически науки (Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и физика на вълновите процеси).**

София, 10.02.2020г.

Рецензент:

/проф. Александър Драйшу/

REVIEWER'S REPORT

**for the competition for the academic position Full Professor
in Physical sciences (Laser physics, physics of atoms and molecules and physics of
wave phenomena), according to the announcement in
State Newspaper № 78 / 04.10.2019 with an applicant
Dr. Georgi Borislavov Hadjichristov, Associate Professor at the
Institute of Solid State Physics (ISSP) of the Bulgarian Academy of Sciences (BAS)**

Reviewer: Alexander Alexandrov Dreischuh, Dr.rer.nat.habil., Professor in Sofia University "St. Kliment Ohridski" (SU), Head of the Department of Quantum Electronics

1. The only applicant Assoc. Prof. Georgi Hadjichristov has submitted all the necessary documents for participation in the competition for the academic position "Full Professor", required under the Regulations for the Conditions and Procedures for Awarding of Scientific Degrees and for Occupation of Academic Positions in BAS and according to the specific requirements of the ISSP- BAS. His overall scientific activity is reflected in 103 articles in peer-reviewed and refereed journals (83 after 1999) and in 24 full text publications in conference proceedings (17 after 1999). Data for 115 participations in scientific events are presented including 5 invited talks, 14 oral presentations, and 96 poster presentations (90 after occupying the academic position "Associated Professor"). All publications are within the scope of the scientific specialty of the competition.

2. The candidate in the competition has acquired the scientific and educational degree "PhD" in February 1991 and is occupying the academic position "Associate Professor" since March, 1999. In his list of scientific publications presented for the competition, the earliest publication included is from 2003. This proves that these publications were not used in prior procedures for obtaining other degrees and titles. Quantitatively classified, the publications Assoc. Prof. Hadjichristov is using for participating in the competition are: according to indicator B4 - six with impact factor (IF) and one with impact rank (SJR); according to indicator $\Gamma 7$ - 34 with IF and 23 with impact rank. The data in the table below proves that the candidate fully satisfies the minimum national requirements, the requirements of the Regulations for the Conditions and Procedures for Awarding of Scientific Degrees and for Occupation of Academic Positions in BAS and, in addition to the BAS Regulations, satisfying the decisions of the Scientific Council of the ISSP too. I would like to emphasize that, in quantitative terms, Assoc. Prof. Hadjichristov fully satisfies the cumulative requirements for the degree of Doctor of Sciences (Dr.rer.nat.habil.) and for the academic position of Full Professor.

Group of indicators	Indicator	According to the requirements of the law and of the ISSP-BAS		For the applicant in the competition, according to the submitted documents
		Required for „Dr.rer.nat.habil.”	Required for „Dr.rer,nat.habil.”	
A	1	50	50	50
B	2	100	----	----
B	3 / 4	----	100	120 5 x 20 points (Q2) = 100 points 1 x 10 points (Q4) = 10 points 1 x 10 points (SJR) = 10 points
Γ	5+6+...	100	220	$\Gamma 7 + \Gamma 8 = 1015$ points

	+10			for Γ7 – 985 points , including: 16 x 25 points (Q1) = 400 points 16 x 20 points (Q2) = 320 points 3 x 15 points (Q3) = 45 points 15 x 10 points (Q3r) = 150 points 7 x 10 points (SJR) = 70 points for Γ8 (book chapter) –2x15points= 30 points
Д	11	140	200	235 citations x 2 points = 470 points
Е	12 +... 20	----	150	267 points, в including participation in 11 national projects, 11x10points= 110points 5 internat. projects, 5x20points= 100points Coordinator of 1 research project- 20points

3. General characteristics of the applicant's scientific, application-oriented and pedagogical activity.

The activity of the applicant Assoc. Prof. Hadjichristov is predominantly scientific, mainly experimental, focused on the fundamental aspects of the phenomena with a certain emphasis on possible practical applications. Not only his published results, but also the research projects in which he has participated and which he coordinated, are indicative of this. I am evaluating his pedagogical activity as the usual one for a researcher in a scientific institute of the Bulgarian Academy of Sciences, who is not directly involved in the educational process in a university.

4. The pedagogical activity of Assoc. Prof. Hadjichristov, which I have partially witnessed, is as follows. In two periods he was a scientific consultant of PhD students who already defended their theses (1 - at ISSP-BAS and 1 at the Faculty of Physics of Sofia University, in the Department I am currently heading). I would like to point out that the title of the PhD thesis defended by Dr. Stoyanov at the Faculty of Physics (SU) is "Controlled generation and self-focusing of singular beams and characterization of ultra-short laser pulses". It differs from the one cited in the candidate's documents, probably due to a change, which he missed to reflect. Assoc. Prof. Hadjichristov has been also a consultant of a young scientist at the ISSP-BAS and of a diploma student from the Faculty of Physics (Sofia University) and a mentor of a student from the University for Chemical Technology and Metallurgy-Sofia within an internship program of the Ministry of Education and Science.

5. Main contributions.

In the self-assessment of his scientific contributions, Assoc. Prof. Hadjichristov has identified nine major thematic areas, the formulations of which I don't intend to repeat here.

One of the areas in which, in my opinion, the applicant has made a leading contribution (not only as a first and corresponding author) is the study of structures based on ion-implanted polymers. In particular, I am envisaging the studies focused on the polymer polymethyl methacrylate exposed to ion implantation with silicon. The mechanism of the change of the optical properties of the ion-implanted polymer is established - the change of the complex refractive index and its spatial distribution in depth of the material. The precise results obtained are in accordance with the physical intuition. Due to the practical value of the results (e.g. for modification to improve ophthalmic lenses), the most cited publications of the applicant in this field are [Γ7.2-Γ7.4] and [Γ7.12] with no less than 57 independent citations. On the basis of this material, it has been predicted [Γ7.13] that the creation of an ultra-thin laser beam splitter is feasible for the near-infrared part of the spectrum, which is of interest for second- and third-generation optical communication systems (central wavelengths around 1.3 μm and 1.55

μm). The problem of determining the locality of the response of this material in space appears next. Experimental data showing a strong spatial thermal nonlocality of the order of millimeters in an implanted layer with a thickness of about 100 nm at a depth of about 100 nm are presented in [Γ7.22]. In this study the researchers used an interference technique recording a series of four interferograms at controlled phase shifts. In this way they quantitatively reconstructed the phase profile of the induced thermal lens. Further data on this problem are presented in [Γ7.56]. For ion-implanted polymethyl methacrylate, it has been shown that due to implantation with Si ions, its electrical conductivity increases by 11 orders of magnitude. This group of scientific contributions of Assoc. Prof. Hadjichristov I would classify as proving essential new sides of already existing scientific problems by using new techniques, as well as obtaining and proving new facts. I would not like to neglect the theoretical interpretation in [Γ7.5] based on a model of dispersive Lorentz oscillators combined with the theory of differential infrared spectroscopy in reflection. Using this model, the authors estimated the depth of the zone of local restructuring in polymethyl methacrylate due to its implantation (modification) with silicon ions. In my opinion, the theoretical basis of this publication is a nice extension of existing approaches for interpreting vibrational spectra.

Another topic, relevant from both a physical point of view and because of the possible applications of the results, is the creation and investigation of electro-optical materials composed of polymeric and liquid-crystal materials and the study of their behavior when illuminated by laser radiation. Two publications stand out to me here, [Γ7.6] and [Γ7.8], with more than 18 independent citations. For the first time, thin layers ($\sim 25 \mu\text{m}$) of polymer-dispersed liquid-crystalline materials are created separating the two phases by induced photopolymerization. The latter is done by using nanosecond pulses from a nitrogen laser (at a wavelength of 337 nm). Of interest is also the wedge-shaped construction of the cell, which produces these stacked thin single-layer films containing stacked single droplets of nematic liquid crystal in the optically transparent polymer matrix. These films are shown to exhibit electro-optical nonlinearity at low applied voltages ($\sim 5 \text{ V}$; publications [Γ7.1, Γ7.57]). As an active electro-optical device with a potential application, the action of an electro-optical modulator for laser radiation tunable in amplitude and phase is demonstrated [Γ7.17]. At a wavelength of 633 nm, at large liquid crystal droplets, a phase change of about $\pi/2$ is achieved at relatively low voltages. This group of results including the demonstrated space-controlled diffraction of a laser beam passing through such samples [Γ7.6,Γ7.14] can be classified as creation of a new method for photopolymerization of electro-optical materials and as obtaining new information about important optical and electro-optical characteristics of such materials in view of their future potential applications for space-tunable amplitude and phase modulators for laser radiation.

In [Γ.29,Γ.30], with the leading contribution of Assoc. Prof. Hadjichristov (as a first and corresponding author), results for a new electro-optical effect in a nematic liquid crystal nanostructured with gold nanoparticles are published. Based on the observed electro-optical effect, modulation of the transmission of coherent light in the visible part of the spectrum with very high contrast exceeding 1: 1000 is achieved. Relatively low voltage ($\sim 5 \text{ V}$) is required to observe the effect. The effect is polarization-dependent. It is found [Γ.29] that in the presence of dispersed metallic nanospheres, a micro-periodic electro-optical phase lattice is formed, consisting of narrow longitudinal micro-dimensional parallel textural strips in the nematic liquid crystal layer. I agree with the claim of Assoc. Prof. Hadjichristov that the discovered effect has potential for application for creating polarization-sensitive detectors, for electrically-controlled attenuators, light switches, high-contrast light modulators, and for other devices for photonic applications. Only these two relatively recent

publications are cited already over 23 times. For these results ([Γ7.29,Γ7.30]) the team, headed by Assoc. Prof. Hadjichristov, has become the award of the ISSP-BAS for the most important and outstanding scientific and applied achievement for 2014. In the same field, Assoc. Prof. Hadjichristov studied nanocomposite materials formed from a nematic liquid crystal with the addition of silver [Γ7.33] and silica nanospheres [Γ7.31,Γ7.34]. In the first case, the silver nanoparticles are found to significantly increase the ionic conductivity. In the second case, behavior similar to that described above was observed for polymer-dispersed liquid crystals, but with a significantly simpler procedure for sample preparation (according to the statement of the authors). The last two mentioned articles have been highly appreciated by the scientific community and the team, headed by Assoc. Prof. Hadjichristov, is awarded from ISSP-BAS for the most important and outstanding scientific and applied achievement for 2016.

Another field in which the candidate in the competition has worked is formulated as characterization of new ion-polymer electrolyte systems and polymer/liquid crystal electrolyte composites. The increasing needs for electrical energy storage and storage systems are inevitably leading to the need to develop safe and cost-effective solid electrolytes for use in metal ion batteries. The contributions of Assoc. Prof. Hadjichristov to the research on this topic, according to the information provided in the self-assessment of his scientific contributions, are in the characterization of the materials by optical spectroscopy, by complex electrical impedance and dielectric spectroscopy, by X-ray photo-electron spectroscopy (XPS) and by X-ray diffraction. Perhaps this is the proper place to express my general impression that in his research Assoc. Prof. Hadjichristov has used a remarkable variety of experimental methods, including also, for example, laser interferometry, polarization microscopy, UV-VIS-NIR transmission / absorption spectroscopy and diffusion spectroscopy, Raman spectroscopy etc. These methods, along with the applied and further developed theoretical models (e.g. for the application of Kramers-Kronig relations in the four-wave frequency mixing spectroscopy), motivate my very positive impression that the applicant is an experienced professional. Returning to the publications on the subject, paper [Γ7.39] has received particularly high recognition with more than 20 independent citations.

Due to the limitations of this report, at the end I would like to address the applicant's results in the field of nonlinear optics and nonlinear laser spectroscopy of organic polymers and polar media. In article [B4.1], the third-order nonlinear susceptibility is analyzed by Hilbert transformation of the spectra of four-wave mixing and by using the Kramers-Kronig relations. In particular, the ratio of the Raman to the electronic nonlinear susceptibilities is determined from the coherent anti-Stokes scattering (CARS) spectra using the profile of the nonresonant CARS signal. The method is applied to data obtained for a polymer of interest in photonics. In [B4.2], based on an own theoretical model, it is shown that the nonlinear optical reflection from molecular compounds, macromolecules and systems with relatively large permanent dipole moments can grow significantly under certain conditions, e.g. under the conditions of a nonlinear optical phase conjugation process, in the vicinity of a suitable two-photon resonance. For condensed matter media with a strong permanent dipole moments [B4.3.], the nonlinear absorption and refractive indices are theoretically calculated. It is shown that, when exposed to laser radiation, under two-photon resonance conditions, the nonlinear contribution to the absorption and refractive indices can be significant. In principle, such an effect on the absorption is considered as undesired, but the authors of [B4.4] suggest that it can be used for the so-called optical limiting of powerful laser radiation passing through such thin layers. A possible practical application of the approach would be for protection of optical coatings. The method is discussed for narrow-bandwidth

nanosecond pulses. It would be interesting to extend the model analyzing its applicability for short and ultra-short (pico- and femtosecond) intense laser pulses with relatively broad spectra.

6. Recognition of the applicant's scientific publications in the literature.

According to the data provided by Assoc. Prof. Hadjichristov, the total number of citations of his publications is 400. The citations in the databases Scopus and Web of Science are 300. The citations in books are 37, in dissertations - 36, in patents - 2. The total number of his articles with impact factors is 79. His h-index is 10 according to SCOPUS (citations from all co-authors excluded) and 12 according to Web of Science. Assoc. Prof. Hadjichristov presented in his documents a file containing selected portions from publications of other authors with citations to his works. Some examples of informal citations are, for example, those regarding the Kramers-Kronig relations [6,11,12,14], regarding the ion implantation [4,15,16,21,24,26,28,36,39,43], for the studied nanocomposites [18], and for the liquid crystals dispersed in polymers [34,37]. My overall impression is that the applicant's publications have found worthy recognition and will continue to be adequately reflected in the specialized scientific literature.

7. In my opinion, the candidate's leading contribution to the joint publications is well expressed. From the overall data for 103 publications in peer-reviewed journals submitted by Assoc. Prof. Hadjichristov, 82 are in journals with impact factors, the rest - predominantly in J. Phys. Conf. Series (journal with an impact rank) and in Bulgarian Journal of Physics. Assoc. Prof. Hadjichristov is a first author of 41 of these publications, the three published book chapters included. I would like to note that, chronologically, his first 12 publications are co-authored with the scientific advisor of his PhD, Professor Stoyan Dinev. In these publications he is not a first co-author probably because of the adopted, at this time, ordering of the author's names in alphabetical order.

8. I have no critical remarks neither regarding the submitted documents, nor regarding the publications presented by the applicant for the competition.

9. Personal impressions from the applicant. In the last years, I witnessed two experiments with the participation of Assoc. Prof. Hadjichristov carried out in the Laboratory of Femtosecond Photonics of the Department of Quantum Electronics (Sofia University). My impressions from his experimental ingenuity and precision are definitely positive. Recently, I attended two seminars where he reported his results. I want to share my positive impression from the precise way he is presenting the results and from the precise physical language in which he is doing this. Both mentioned impressions, to me, are a clear indication of his capacity of a well-established senior scientist.

10. Conclusion.

The candidate in this competition Assoc. Prof. Dr. Georgi Borislavov Hadjichristov has significant contributions to the scientific specialty of the competition. The bibliographic data of his publications fully satisfy the requirements of the Regulations for the Conditions and Procedures for Awarding of Scientific Degrees and for Occupation of Academic Positions in BAS and, in addition to BAS Regulations, satisfying the decisions of the Scientific Council of the ISSP too. Quantitatively, Assoc. Prof. Hadjichristov is fully satisfying the cumulative requirements for the scientific degree "Doctor of Science" (Dr.rer.nat.habil.) and for the academic position "Professor". I

have no critical comments regarding the publications and documents submitted by the applicant for the competition. My personal impressions from the applicant dating back to my early career days as an Asst. Prof. are excellent.

In view of everything written above, herewith **I strongly recommend to the honorable Scientific Jury TO RECOMMEND to the Scientific Council of the Institute of Solid State Physics at the Bulgarian Academy of Sciences TO APPOINT Assoc. Prof. Georgi Borislavov Hadjichristov to the academic position “Professor” in Physical Sciences (Laser physics, physics of atoms and molecules, and physics of wave phenomena).**

Sofia, February 10, 2020

Reviewer:

/Prof. Alexander Dreischuh/