

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност “доцент“

по специалност 4.1 Физически науки специалност „Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и плазмата и физика на вълновите процеси“ за нуждите на ИФТТ-БАН съгласно обявата в ДВ № 60/14.07.2023г.

с кандидат: Георги Петков Янков; главен асистент, д-р в ИФТТ-БАН

Рецензент: Кирил Борисов Благоев професор, дфзн

### I. 1. Общо описание на представените материали

Гл. ас. Г. Янков придобива бакалавърска и магистърска степен от Физическия факултет на „СУ. Св. Кл. Охридски“ по специалност инженерна физика, квантова електроника и лазерна техника. Постъпва в докторантура в ИФТТ - БАН през 2008г. Успешно защитава дисертационния труд за придобиване на научната и образователна степен „доктор“ през 2014г. По време на докторантурата е назначен за физик в ИФТТ-БАН (2013г.). През 2013г. беше назначен като асистент в ИФТТ-БАН. През 2014г. - 2016г. е назначен като постдок по проект INERA, след приключване на проекта е назначен за главен асистент към ИФТТ. Гл. ас. Г. Янков е преминал кратки курсове на обучение в Института за лазерни системи, Университета по електрокомуникации, Токио; по методи за анализ (SEM, XPS, LIBS) на модифицирани с fs лазерни импулси повърхности в Национален институт по лазери, плазма и радиационна физика и Center for advance laser technology - Букурещ; обучение за работа с fs лазерна система - Spectra Physics company - Калифорния, САЩ.

Гл. ас. Г. Янков е съавтор на 26 статии в списания от които 21 работи с ИФ и ИР и 2 работи в Bul. J. of Phys. Работите с ИФ са публикувани в високорейтингови списания- средния ИФ е 3.07. Работите му са докладвани на 42 конференции и конгреси, от които 7 са национални. Гл. ас. Г. Янков е съавтор на 1 признат патент.

Гл. ас. Г. Янков е ръководител на 2 проекта с ФНИ на МОН; участва в изпълнението на 8 научни проекта и участва в 3 международни проекта.

За участие в конкурса гл.ас. д-р Г. Янков е представил необходимите документи - списък от статии и патент, служебни бележки от съавторите за приносите на кандидата в общите им работи; списък на участия в национални и международни конференции; списък на национални

и международни проекти с участие или под ръководството на гл. ас. Г. Янков; списък от цитирания от други автори.

## 2. Публикации преди и след получаване на научната степен.

Преди конкурса гл.ас. Г. Янков е публикувал 3 научни статии.

За участие в конкурса са представени 21 работи, 1 патент

Научните публикации, по компонента В и Г са публикувани в списания с ИФ - 12; с Q<sub>1</sub> са 6; с Q<sub>2</sub> са 4; с Q<sub>3</sub> са 2; с Q<sub>4</sub> са 2; 7 работи имат SJR. За 2 работи с SJR в базата с данни отсъства информация за наличие на квартил и те трябва да имат по 10 точки в съответната таблица. Така, по компонента Г точките са 264. Работите са публикувани в високо-рейтингови списания като: Appl. Sur. Science, ACS Omega, Polymers, Optical Materials, Optics Communications, Optical and Quantum Electronics. Заедно с приложеният патент точките по компоненти В и Г надхвърлят минималните изисквания. Представен е списък с участия в 35 международни конференции, от които 3 са поканени доклада, 10 са устни представяния. Работите са докладвани на 7 национални конференции и семинари, от тях 1 е поканена лекция, а 3 са устни представяния. Както беше отбелязано, в представените удостоверения от съаторите проф. Н. Недялков и доц. Е. Йорданова за приносите на гл. ас. Г. Янков в общите им публикации се посочва, че приносите са в подготовка и провеждане на експериментите както и интерпретация на експерименталните данни. Хирш факторът е 6.

## 3. Обща характеристика на научната, научно-приложната и педагогическа дейност на кандидата.

Научната и научно-приложна работа на гл. Ас. Г. Янков е посветена на създаване на лазерни източници и взаимодействие на импулсно лазерно излъчване с материята. Темата е актуална, тъй като при това взаимодействие е възможно да се открият и изследват нови явления.

## 4. Педагогическата дейност на кандидата

Педагогическата работа на гл. Ас. Г. Янков се изразява в лекции пред студенти от Физ. Фак. На СУ“Св. Кл. Охридски“ за лазерната лаборатория с fs лазерни импулси, както и обучение на потещиални докторанти за работа с лазерни системи.

## 5. Основни научни и научно-приложни приноси :

Изследването и създаването на лазерни източници е свързано с традиционна за лабораторията „лазери с метални пари“ тематика, създаване и изследване на лазерни източници, работещи на самоограничени преходи на атоми на Cu и Sr (работи Г7 - 11, 12, 13, 14, 15; Г9). Създадена е лазерна система осцилатор - усилвател на преход на Sr I с дължина на вълната 6.5  $\mu\text{m}$ . Тази дължина на вълната е особено подходяща за облъчване и трениране на меки тъкани. Едновременно е получена генерация на 3 линии на Sr<sup>+</sup> в близката ИЧ област. За предварително юстиране на системата е използвано видимото излъчване на лазер на CuBr. Показано е повърхностно третиране и получаване на канали на силициева повърхност в раките на  $\sim 10 \mu\text{m}$ .

В поредица от работи са разработени лазерни системи от типа „осцилатор -усилвател“ на самоограничени преходи на Cu I с високо качество на лазерния сноп - малка дифракционна разходимост. Демонстрирана е възможността на системата за микро манипулиране на повърхности от силиции и стомана като са получени решетъчни структури с размери на линиите 5-15  $\mu\text{m}$ , както и отвори в силициеви, керамични и стоманени образци с размери от 5 до 100  $\mu\text{m}$ . Тези изследвания са ново развитие на работата по лазерите на самоограничени преходи, провеждани в лабораторията. Разработено е и е реализирано импулсно захранване за лазерите със самоограничени преходи, защитено с патент.

Взаимодействието на импулсно лазерно излъчване с материята - твърди образци, мека материя и въздух е следващата област на изследвания на гл. ас. Г. Янков. Третирането на образци от боросиликатно стъкло, дотирано Au, Ag с fs и ns лазерни импулси разкрива възможностите да се използват тези процеси за създаване на подходящи за практически използване структури (B4-4÷6; Г7-6÷9). Прилагането на ns импулси ограничават образуването на структури по повърхността, докато при прилагане на fs импулсе е възможно прецизно фокусиране на лазерното лъчение и позволява да се формират структури в обема на образеца. Проведени са подробни изследвания в зависимост от дължината на вълната на лазерното излъчване, енергия на импулсите, брой на прилаганите импулси. Изследвани са образци, които са предварително отгряти и образци без тази процедура. При облъчване с fs импулси в обема на легираното стъкло се образуват наночастици от легиращия метал - цветни центрове. Наблюдават се дефекти в образеца, които са свързани с образуването на наночастици. Цветните центрове се образуват като дефекти или директно. При определени условия на повторно облъчване структурата се

редуцира до началното състояние. Наблюдавано е образуване на поликристалична структура и е наблюдавано генериране на 2 хармонична.

Третирането на биосъвместими материали с fs и ns импулси позволява да се получат структури, подходящи за използване в медицината като се избягва образуването на дефекти в биологичните материали (Г7.1÷5). Изследвани са биосъвместими материали при облъчване с ns и fs импулси. Изследвани са характеристиките на получените структури в зависимост от параметрите на лазерните импулси - дължина на вълната на лазерното излъчване, енергия на лазерните импулси и брой на прилаганите лазерни импулси. Безелектродно са получени метални канали от Pt и Pd и Sn със съпротивление 1 и 5  $\Omega$ . Показано е, че при приложение на лазерни импулси се образуват тънки слоеве от биополимерни материали с повишено съдържание на Ag наночастици. За анализ на получените структури се използват различни експериментални техники - оптична спектроскопия, SEM, XRD.

Разпространението и взаимодействието на fs лазерни импулси с въздух представлява интерес с процесите на формиране на филаменти и манипулирането на свободните атоми и молекули с полето на fs лазерни импулси (B4.1 ÷ 3). Изследвани са режими на разпространение при енергии под тези за самофокусировка на лъчението. Лазерният лъч се разпространява без изменение на Гаусовия и без дисперсия. Наблюдавано е излъчване породено от разпространяващия се лазерен сноп. Предложен е механизъм на захват на неутралните частици във фокуса на лазерния сноп. Изказана е хипотеза за наличието на процес на ударна йонизация от ускорените от лазерното поле неутрални частици. Хипотезата се базира на факта, че енергията на лазерното лъчение е недостатъчна за многофотонна йонизация и не зависи квадратично от интензитета на лазерното лъчение.

Научните резултати на работите на гл. ас. Г. Янков могат да се отнесат към:

- формулиране на нови хипотези; създаване на нови методи за третиране на обекти, получаване на нови факти; създаване на нови конструкции на лазери с метални пари и приложение на научни постижения в практиката.

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

Работите на гл.ас. Г. Янков са цитирани 68 пъти от други автори. Значителна част от цитатите имат неформален характер. Например: статия Г7-6 се цитира от Schlotthauer, T., Nolan, D., Middendorf, P., Additive Manufacturing 42 102005 (2021)

“...In contrast to carbon fibers, glass fibers have a high transmission coefficient of 0.83 in the range of 405 nm light [25]. This allows frequent fiber-light interactions and results in light scattering and guiding, which increases with the fiber weight fraction...”;

Xianliang Fu ; Yi Li ; Xifeng Li ; Rui Tian ; Luqiao Yin ; Jianhua Zhang, DOI: 10.1109/ICEPT.2018.8480752, IEEE Xplore (2018)

“...The effects of laser annealing process on the change of the optical properties of gold doped borosilicate glass have been researched [2]. N Nedyalkov et al. ...”

Или статия Г7-8 се цитира от Chenthamara, Dhriya, et al. Biomaterials research 23 1 1-29 (2019)“...The modification of size and shape of the gold nanoparticles covered with borosilicate glasses have induced greater variations in optical properties [91]. ...”

Статия В4-4 се цитира от Bубли, I., Ali, S., Ali, M., Hayat, K., Iqbal, Y., Zulfiqar, S., Haq, A.U., Cattaruzza, E., Ceramics International, 46 (2) 2110-2115 (2020)

It is noteworthy to mention that the formation of color centers, their active role in the reduction of Au oxide nanostructures in to Au nano- particles and eventually the precipitation of Au nanoparticles in to nanoclusters depend upon the laser fluence and the number of applied pulses. There are two distinct regimes of laser-matter interaction, which are categorized in terms of laser fluences as ablation thresholds. For laser fluences lower than the ablation threshold, color centers are introduced in the matrix which promote the formation of metal nano- particles. While, for laser fluences above the ablation threshold, the color centers cause the precipitation of nanoparticles to nanoclusters and thus cause a resonant plasmonic absorption [40].

7. При колективни публикации да се отдели приносът на кандидата.

Приносите на Г. Янков могат да се определят като планиране на експерименталните изследвания, създаване на конкретната експериментална апаратура, провеждане на експериментите и анализ на експерименталните данни, както и в написването на съответните публикации.

8. Критични бележки по същество на представените материали нямам. Забелязах няколко дребни технически пропуски.

9. Лични впечатления на рецензента за кандидата.

Познавам гл. ас. Г. Янков от времето когато беше ангажиран към проекта ИНЕРА. Той има съществен принос в създаването на инфраструктурата на лабораторията за fs лазерна система, пускане в действие на лабораторната апаратура и провеждане на експериментите. Първите резултати бяха публикувани в *Bul. J. Phys.* . и всичко това в кратките срокове, лимитирани от проекта. Гл. ас. Г. Янков е изграден научен работник с афинитет към експерименталната работа.

10. Мотивирано и ясно формулирано заключение

След като се запознах с представените за конкурса материали и научни трудове и въз основа на научните и научно-приложни приноси, както и на наукометричните данни и качеството на научните трудове **потвърждавам**, че научните постижения отговарят и значително надхвърлят изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и на съответния Правилник на БАН и завишените изисквания на правилника на ИФТТ-БАН за заемане от кандидата на академичната длъжност „доцент“ в научната област и професионално направление на конкурса. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление. Не е установено плагиатство в представените работи.

Давам своята **положителна** оценка на кандидатурата.

## **II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Въз основа на гореизложеното, убедено **препоръчвам** на научното жури да предложи на Научния съвет на ИФТТ-БАН да избере гл. ас. д-р Георги Петков Янков да заеме академичната длъжност „доцент“ в професионално направление. **4.1. Физически науки** („Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и плазмата и физика на вълновите процеси“)

дата 29.10.2023г.

Рецензент:

/подпис/

## REVIEW

on competition for the academic position "assoc. professor" in specialty 4.1 Physical sciences - "Laser physics, physics of atoms, molecules and plasma and physics of wave processes" for the needs of IFTT-BAS according to the announcement in SG No. 60/14.07.2023;

with candidate: Georgi Petkov Yankov; assistant professor, PhD in IFTT-BAS

Reviewer: Kiril Borisov Blagoev, professor, DSc

### I. 1. General description of the presented materials

Assistant professor G. Yankov obtained a bachelor's and master's degree from the Faculty of Physics of "SU. St. Kl. Ohridski" majoring in engineering physics, quantum electronics and laser technology. Started doctoral studies at IFTT - BAS in 2008. Successfully defended the dissertation work for obtaining the scientific and educational degree "doctor" in 2014. During his doctoral studies, he was appointed as a physicist at IFTT-BAS (2013). In 2013 was appointed as an assistant at IFTT-BAS. In 2014 - 2016 was appointed as a postdoc under the INERA project, after the completion of the project he was appointed as the assistant prof. at IFTT. Assistant Professor G. Yankov has completed short training courses at the Institute for Laser Systems, University of Electro communications, Tokyo; on methods of analysis (SEM, XPS, LIBS) of surfaces modified with fs laser pulses at the National Institute of Lasers, Plasma and Radiation Physics and Center for advance laser technology - Bucharest; fs laser system training - Spectra Physics company - California, USA. Associate Professor G. Yankov is a co-author of 26 articles in scientific journals, of which 21 works with IF and IR and 2 works in Bul. J. of Phys. Works with IF have been published in highly rated journals - the average IF is 3.07. His works have been reported at 42 conferences and congresses, of which 7 are national. Associate Professor G. Yankov is a co-author of 1 recognized patent. Assistant Professor G. Yankov is the head of 2 projects with FNI of the Ministry of Education and Culture; participated in the implementation of 8 scientific projects and participated in 3 international projects. For participation in the competition, assistant prof. Dr. G. Yankov has submitted the necessary documents - a list of articles and patent, official notes from the co-authors about the candidate's contributions to their general works; list of participations in national and international conferences; list of national and international projects with the

participation or under the leadership of assistant prof. G. Yankov; list of citations from other authors.

## 2. Publications before and after obtaining the scientific degree.

Before the competition, Assistant prof. Dr. G. Yankov has published 3 scientific articles. 21 scientific papers, 1 patent were submitted for participation in the competition. The scientific publications under components B and G are published in journals with IF - 12; with Q1 are 6; with Q2 are 4; with Q3 are 2; with Q4 are 2; 7 works have SJR. For 2 works with SJR in the database there is no information about the presence of a quartile and they should have 10 points each in the corresponding table. Thus, on component G the points are 264. The works have been published in high-rated journals such as: Appl. Sur. Science, ACS Omega, Polymers, Optical Materials, Optics Communications, Optical and Quantum Electronics. Together with the attached patent, the points in components B and G exceed the minimum requirements. A list of participations in 35 international conferences is presented, of which 3 are invited reports, 10 are oral presentations. The works were reported at 7 national conferences and seminars, of which 1 was an invited lecture and 3 were oral presentations. As noted, in the certificates presented by co-authors Prof. N. Nedyalkov and Assoc. prof. E. Yordanova for the contributions of assistant professor G. Yankov in their common publications states that the contributions are in the preparation and conduct of the experiments as well as the interpretation of the experimental data. Hirsch factor is 6.

## 3. General characteristics of the scientific, scientific-applied and pedagogical activity of the candidate.

The scientific and scientific-applied work of Dr. G. Yaakov is dedicated to creating laser sources and interaction of pulsed laser radiation with matter. The topic is relevant, since in this interaction it is possible to discover and study new phenomena.

## 4. The pedagogical activity of the candidate.

The pedagogical work of Dr. G. Yaakov expresses himself in lectures to students of Fac. of Phys. at SU. "St. Kl. Ohridski" for the laser laboratory with fs laser source, as well as training of potential doctoral students to work with laser systems.

## 5. Main scientific and scientific-applied contributions.



The research and creation of laser sources is related to the traditional theme of the laboratory "lasers with metal vapors", creation and research of laser sources operating on self-limited transitions of Cu and Sr atoms (works G7 - 11, 12, 13, 14, 15 ; G9). A Sr I transition amplifier laser system with a wavelength of 6.5  $\mu\text{m}$  was created. This wavelength is particularly suitable for irradiation and training of soft tissues. Simultaneous generation of 3 Sr<sup>+</sup> lines in the near-IR region was obtained. The visible emission of a CuBr laser was used for alignment of the laser system. Surface treatment and fabrication of  $\sim 10$   $\mu\text{m}$  channels on a silicon surface in crayfish is demonstrated.

In a series of works, laser systems of the "oscillator-amplifier" type of self-limited transitions of Cu I with high quality of the laser beam - small diffractions have been developed. The system's ability to micromanipulate silicon and steel surfaces has been demonstrated, producing lattice structures with line sizes of 5-15  $\mu\text{m}$ , as well as holes in silicon, ceramic and steel samples with sizes from 5 to 100  $\mu\text{m}$ . These studies are a new development of the work on self-limited transition lasers carried out in the laboratory. A pulsed power supply for lasers with self-limited transitions has been developed and implemented, protected by a patent.

The interaction of pulsed laser radiation with matter - hard samples, soft matter and air is the next area of research of assist. prof. G. Yankov. The treatment of samples of borosilicate glass doped with Au, Ag with fs and ns laser pulses reveals the possibilities of using these processes to create structures suitable for practical use (B4-4÷6; G7-6÷9). The application of ns pulses limits the formation of structures on the surface, while the application of fs pulses enables precise focusing of the laser radiation and allows the formation of structures in the volume of the sample. Detailed studies have been carried out depending on the wavelength of the laser radiation, energy of the pulses, and number of applied pulses. Samples that were pre-annealed and samples without this procedure were examined. When irradiated with fs pulses, nanoparticles of the alloying metal - colored centers - are formed in the volume of the alloyed glass. Defects in the sample are observed, which are related to the formation of nanoparticles. Color centers are formed as defects or directly. Under certain conditions of re-irradiation, the structure is reduced to the initial state. Formation of a polycrystalline structure was observed and generation of 2 harmonic was observed.

Treatment of biocompatible materials with fs and ns pulses allows obtaining structures suitable for use in medicine while avoiding the formation of defects in biological materials (G7.1÷5). Biocompatible materials under ns and fs pulse irradiation were investigated. The characteristics of

the obtained structures were investigated depending on the parameters of the laser pulses - wavelength of the laser radiation, energy of the laser pulses and number of applied laser pulses. Metallized channels of Pt and Pd and Sn with a resistance of 1 and 5  $\Omega$  were obtained. It has been shown that upon application of laser pulses, thin layers of biopolymer materials with an increased content of Ag nanoparticles are formed. Various experimental techniques are used to analyze the obtained structures - optical spectroscopy, SEM, XRD.

The propagation and interaction of fs laser pulses with air is of interest with the processes of filament formation and the manipulation of free atoms and molecules with the field of fs laser pulses (B4.1 ÷ 3). Propagation modes at energies below those for self-focusing of the radiation have been investigated. The laser beam propagates without Gaussian variation and without dispersion. Emission from the propagating laser beam was observed. A mechanism of capture of the neutral particles in the focus of the laser beam is also proposed. A hypothesis has been proposed for the presence of a process of impact ionization by neutral particles accelerated by the laser field. The hypothesis is based on the fact that the energy of the laser radiation is insufficient for multiphoton ionization and does not depend quadratically on the intensity of the laser radiation. The scientific results of the works of Dr. G. Yaakov can refer to: - formulation of new hypotheses; creating new methods for treating objects, obtaining new facts; creation of new designs of metal vapor lasers and application of scientific achievements in practice.

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

Scientific papers of assist. prof. G. Yankov have been cited 68 times by other authors. A significant part of the quotes are informal in nature. For example: paper G7-6 is cited by Schlotthauer, T., Nolan, D., Middendorf, P., Additive Manufacturing 42 102005 (2021) "...In contrast to carbon fibers, glass fibers have a high transmission coefficient of 0.83 in the range of 405 nm light [25]. This allows frequent fiber-light interactions and results in light scattering and guiding, which increases with the fiber weight fraction..."; Xianliang Fu; Yi Li; Xifeng Li; Rui Tian; Luqiao Yin; Jianhua Zhang, DOI: 10.1109/ICEPT.2018.8480752, IEEE Xplore (2018) "...The effects of laser annealing process on the change of the optical properties of gold doped borosilicate glass have been investigated [2]. N Nedyalkov et al. ..." Or article G7-8 is cited by Chenthamara, Dhrisya, et al. Biomaterials research 23 1 1-29 (2019)"...The modification of size and shape of the gold nanoparticles covered with borosilicate glasses have induced greater

variations in optical properties [91]. ..” Article B4-4 cited by Bubli, I., Ali, S., Ali, M., Hayat, K., Iqbal, Y., Zulfiqar, S., Haq, A.U., Cattaruzza, E., *Ceramics International*, 46 (2) 2110-2115 (2020) “...It is noteworthy to mention that the formation of color centers, their active role in the reduction of Au oxide nanostructures in to Au nano-particles and eventually the precipitation of Au nanoparticles in to nanoclusters depend upon the laser fluence and the number of applied pulses. There are two distinct regimes of laser-matter interaction, which are categorized in terms of laser fluences as ablation thresholds. For laser fluences lower than the ablation threshold, color centers are introduced in the matrix which promote the formation of metal nano-particles. While, for laser fluences above the ablation threshold, the color centers cause the precipitation of nanoparticles to nanoclusters and thus cause a resonant plasmonic absorption [40].”

7. In the case of collective publications, the candidate's contribution should be separated.

The contributions of Dr. G. Yankov can be defined as the planning of the experimental studies, the creation of the specific experimental set-ups, the conduct of the experiments and the analysis of the experimental data, as well as in the writing of the relevant publications.

8. I have no critical comments on the substance of the presented materials. I noticed a few minor technical glitches.

9. Personal impressions of the reviewer about the candidate.

I know Dr. G. Yankov from the time when he was engaged in the INERA project. He has made a significant contribution to the creation of the infrastructure of the fs laser system laboratory, the commissioning of the laboratory equipment and the conduct of the experiments. The first results were published in *Bul. J. Phys.* and all this within the short time frame limited by the project. Assist. prof. G. Yankov is scientist with an affinity for experimental work.

10. Reasoned and clearly formulated conclusion.

After having familiarized myself with the materials and scientific works presented for the competition and based on the scientific and scientific-applied contributions, as well as the scientific data and the quality of the scientific works, I confirm that the scientific achievements meet

and significantly exceed the requirements of ZRASRB, the Regulations for its application and the relevant Rules of the BAS and the increased requirements of the rules of the IFTT-BAS for the candidate's occupation of the academic position of "associate professor" in the scientific field and professional direction of the competition. In particular, the candidate satisfies the minimum national requirements in the professional direction.

No plagiarism was found in the submitted works.

I give my positive assessment to the application.

## II. GENERAL CONCLUSION

Based on the above, I strongly recommend the scientific jury to propose to the Scientific Council of IFTT-BAS to elect assistant professor Dr. Georgi Petkov Yankov to take the academic position of "associate professor" in a professional direction. 4.1. Physical Sciences ("Laser Physics, Physics of Atoms, Molecules and Plasmas and Physics of Wave Processes")

29.10. 2023

Reviewer:

/signature/