

РЕЦЕНЗИЯ

По конкурс за академичното звание „доцент”,

професионално направление 4.1. Физически науки, специалност “Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и плазмата и физика на вълновите процеси”, за нуждите на лаборатория “Лазери с метални пари”, обявена в Държавен вестник, бр. 83 от 05.10.2021 г.

Кандидат: Любомир Иванов Стойчев,

доктор, главен асистент в Институт по физика на твърдото тяло - БАН

Рецензент: Проф. дфн Любомир Милчев Ковачев, Институт по електроника, БАН

1. Биографични данни на гл. ас. д-р Любомир Иванов Стойчев.

Главният асистент доктор Любомир Иванов Стойчев завършва висшето си образование през 1992 г. във Физическият факултет на Пловдивски университет "Паисий Хилендарски", със специалност Физика и Математика. През 2003 – 2006 г. е редовен докторант в Институт по физика на твърдото тяло „Академик Георги Наджаков”, БАН.

През 2008 г. успешно защитава дисертация за образователната и научна степен "доктор", на тема „Характеристики на лазерното излъчване на генератор-усилвателна система на основата на лазер с пари на меден бромид“, научен ръководител доц. д-р Димо Астаджов.

През 2009 г. д-р Стойчев е назначен н. с. II ст. гл. ас. в ИФТТ – БАН.

От 09.2008 до 12.2016 д-р Стойчев е пост-докторант в Quantum Cascade Laser Laboratory, International Centre for Theoretical Physics. От 01.2017 до 12.2018 е гостуващ учен в същата лаборатория на Международния център по теоретична физика- Триест.

От 09.2008 до 12.2018 кандидата работи като асоцииран изследовател в Националният Институт по Ядрена физика - Триест. От 01.2019 е назначен като изследовател в същия институт, където работи до 12.2020.

Д-р Стойчев е участник в три проекта на Националният Институт по Ядрена физика – Триест, като основната задача е изграждане на лазерна система с носеща дължина на вълната на 6,8 микрона за провеждане на експеримент по мюон-водородна спектроскопия.

В повечето от публикациите по проекта, в които той е съавтор, кандидата е първи автор, което показва водещата му роля при реализациите на тези проекти.

2. Общо описание на представените материали

В конкурса за доцент, обявен в Държавен вестник бр. 83 от 05.10.2021 г. кандидатът участва с 21 публикации от които 16 са в международни списания с импакт фактор и 6 са в материали на конференции с SJR. Важно е да се подчертае, че основните резултати от работата на кандидата са публикувани в реномирани научни списания като Phys. Rev. A, Physics Letters, Optics Letters, Optik и др. Седем от публикациите са в списания с най-висока цитируемост от Q1 квартал и четири в Q2 квартал. Забелязани са 36 независими цитирания от чужди автори.

Наукометричните показатели на представените от кандидата материали, систематизирани в приложената в документите Таблица 3 от правилника за прилагане на ЗРАС на ИФТТ –БАН, покриват наукометричните изисквания за академичното звание „доцент” в ИФТТ –БАН.

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

Основната научна дейност на кандидата е в изграждането на пренастройваеми лазерни системи и усилватели в средния инфрачервен диапазон за експерименти по спектроскопия на атомни ядра и елементарни частици.

A. Приноси в научни публикации на мястото на хабилитационен труд:

В статии A1 и A2 са описани експерименти с изградената от д-р Стойчев лазерна система за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение в спектралния диапазон около 6785 ± 5 nm. Системата е на базата на изваждане на честоти от твърдотелен лазер с „фиксирана“ дължина на вълната (Nd:YAG - 1064 nm) и пренастройваем твърдотелен лазер (Cr:forsterite ~ 1.262 nm) в неоксидни нелинейни кристали. Изследвани са различни типове нелинейни кристали (lithium thioindate - LiInS₂ и silver thiogallate - AgGaS₂) за доказване ефективността на подхода и определяне параметрите на лазерите, както и типа и големината

на нелинейните кристали, необходими за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение в спектралния диапазон около 6785 ± 5 nm с енергия надвишаваща 1 mJ, при честота на повторение на импулсите 25Hz, ширина на спектралната ивица по-тясна от 200 MHz и стъпка на пренастройка (промяна на дължината на вълната) от 35 pm. Изследвани са различни геометрични конфигурации на оптичната схема за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение чрез изваждане на честоти с един и два прохода на генерираното лъчение и напompващите лъчения през нелинейните кристали. Демонстрирана е възможността за увеличаване на енергията в спектралния диапазон около 6785 nm чрез използване на преобразователи на напompващите снопове.

В статии A3, A4 са описани експерименти със създадена от кандидата нова система осцилатор-усилвател на Cr:forsterite с уникални характеристики. Изследвани са различни геометрични конфигурации на резонатора на едночестотен Cr:forsterite лазер осцилатор (напompван от едномодов TEM00 Nd:YAG лазер, 1064 nm) с цел получаване на схема с висока стабилност във времето на генерацията по енергия и ширина на спектралната ивица, както и лесна пренастройваемост на изходната дължина на вълната. Използвана е схема на оптичен резонатор с дифракционна решетка под грейзинг ъгъл. Получена е едночестотна генерация с енергия от 1 mJ, ширина на спектралната ивица от 0.39 pm при честота на повторение на импулсите 25Hz и дължина на импулсите от 8 ns. Проектиран и изработен е усилвател на Cr:forsterite с 3 (три) стъпала и 16 (шестнадесет) прохода, напompван друг Nd:YAG лазер, 1064 nm. Получена е едночестотна пренастройваема генерация в спектралния диапазон ~ 1.262 nm с рекордна енергия от 45 mJ, с качество на излъчването $M2x=1.94$, $M2y=1.70$ и ширина на спектралната ивица от 0.42 pm.

В статии A5 и A6 са описани експерименти с нов тип лазерна система на базата на изваждане на честоти за генериране на пренастройваемо излъчване с тясна ширина на спектралната ивица < 30 pm (200 MHz) в средния инфрачервен спектър 6785 ± 5 nm при честота на повторение на импулсите 25Hz, стъпка на пренастройка от 35pm и дължина на импулсите от 7 ns. Системата е базирана на неоксидни нелинейни кристали и наносекундни импулси, генерирани от едночестотни Nd:YAG и Cr:forsterite лазери съответно на 1064 и 1262 nm. Изследвани са две геометрични конфигурации на експериментални схеми:

еднопроходна и двупроходна през нелинейните кристали. При използване на двупроходната схема в LiInS₂ е генерирана енергия надвишаваща 540 μJ. Изучени са параметрите на генерация на инфрачервено лъчение при различни типове нелинейни кристали: LiGaS₂, LiInS₂, LiInSe₂ и BaGa₄Se₇. Изследвани са различни типове на вълноводи за инфрачервено лъчение с цел определяне оптималния тип за транспорт на генерираното лъчение.

В. Приноси в научни публикации извън хабилитационният труд:

В статии B5, B13 са изследвани квантово-каскадни лазери в спектралния диапазон около 6785 nm, с цел оценка на възможността за създаване на лазерна система за генерация на пренастройваемо инфрачервено лъчение в спектралния диапазон около 6785 ± 5 nm, с плътност на мощността 10 MW/cm², ширина на спектралната ивица по-тясна от 200 MHz и фина стъпка на пренастройка на базата на матрици от квантово каскадни лазери. (Създадена е установка за откриване наличие на газове по метода импулсна cavity ring-down spectroscopy (CRDS).

Изучени са оптималните условия за провеждане на проекта FAMU (Fisica degli Atomi MUonici - Muonic Atom Physics), чиято цел е определяне радиуса на Земах r_Z на протона чрез измерване хиперфинното разцепване в атома мюон-водород. Изследвани са различни типове газови смеси при различни температури в диапазона 70 – 336 K за подобряване точността на експеримента и повишаване степента на деексикация на мюоните. Установено е че при висока честота на газова смес от водород и кислород при подходящи температура и налягане се образуват атоми мюон-водород (μ -p) част от тях прогресивно се трансформират в μ -O, като тези събития са различими чрез характерни рентгенови лъчи (X-rays), излъчени при де-ексикацията на атома мюон-кислород. (B6, B8, B9, B10, B11, B13, B14, B15).

Нямам забележки към представените от кандидата материали.

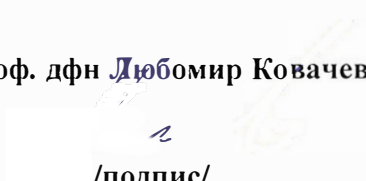
Основните научни приноси на кандидата са в областта на фундаменталните и приложни изследвания и с приложения в лазерната и ядрена физика.

Публикациите и материалите, представени от кандидата за академичното звание „доцент”, са на високо научно ниво. В тях са получени интересни нови резултати в една актуална област на съвременната лазерна физика, спектроскопия и ядрена физика. Резултатите са публикувани във водещи специализирани научни списания.

Ето защо предлагам на уважаемото Научно Жури да гласува ЗА присъждането на академичното звание „доцент” на д-р Любомир Иванов Стойчев.

Дата: 09. 01. 2022 г..

Рецензент: проф. дфн Любомир Ковачев


/подпис/

REVIEW

**On a competition for acquisition of academic position ASSOC. PROFESSOR
in the professional field 4.1, Physical Sciences, Scientific specialty „Laser Physics, Physics of
Atoms, Molecules and Plasma, and Physics of Wave Processes”**

**according to the announcement in the National Official Gazette number 83 от 05.10.2021 г
with the applicant: Assist. Prof. Dr. Lubomir Ivanov Stoychev,
from ISSP-BAS, Laboratory of Lasers of Metal Vapors , at the Institute of Solid State
Physics (ISSP-BAS)**

Reviewer: Prof. DSc Lubomir Milchev Kovachev, Insitute of Electronics (IE-BAS)

1. Biographical data of Chief Assicttant Dr. Lubomir Ivanov Stoychev.

The Chief Assistant Dr. Lyubomir Ivanov Stoychev graduated in 1992 at the Faculty of Physics of Plovdiv University "Paisii Hilendarski", majoring in Physics and Mathematics.

In 2003 - 2006 he was a full-time doctoral student at the Institute of Solid State Physics "Academician Georgi Nadjakov", BAS. In 2008 he successfully defended his dissertation for the educational and scientific degree "Doctor" on "Characteristics of the laser radiation of a generator-amplification system based on a laser with copper bromide vapor", supervisor Assoc. Prof. Dr. Dimo Astadzhov.

In 2009, Dr. Stoychev was appointed Senior Research Fellow. Assistant Professor at IFTT - BAS.

From 09.2008 to 12.2016 Dr. Stoychev is a postdoctoral fellow at Quantum Cascade Laser Laboratory, International Center for Theoretical Physics-Trieste. From 01.2017 to 12.2018 he is a visiting scientist in the same laboratory of the International Center for Theoretical Physics - Trieste.

From 09.2008 to 12.2018 the candidate works as an associate researcher at the National Institute of Nuclear Physics - Trieste. From 01.2019 he was appointed as a researcher at the same institute, where he worked until 12.2020.

Dr. Stoychev was participant in three projects of the National Institute of Nuclear Physics - Trieste, where the main task was to build a laser system with a carrier wavelength of 6.8 microns, to conduct an experiment in muon-hydrogen spectroscopy. In most of the publications on the project in which he is a co-author, the candidate is the first author, which shows his leading role in the implementation of these projects.

2. General characteristics of the materials presented

In the competition for associate professor, announced in the State Gazette no. 83 of 05.10.2021, the candidate participated with 21 publications, 16 of which are in international journals with impact factor and 6 are in conference proceedings with SJR. It is important to emphasize that the main results of the candidate's work have been published in renowned scientific journals such as Phys. Rev. A, Physics Letters, Optics Letters, Optik and others. Seven of the publications are in journals with the highest citations of the Q1 quartile and four in the Q2 quartile. There are 36 independent citations by foreign authors.

The scientometric indicators of the materials presented by the candidate, systematized in the attached Table 3 of the documents, followed from Rules for application of IAS of IFTT - BAS, cover the scientometric requirements for the academic title "Associate Professor" at IFTT - BAS.

3. Review of the scientific and scientific-applied activity of the candidate.

The main scientific activity of the candidate is in the construction of tunable laser systems and amplifiers in the middle infrared range for experiments on spectroscopy of atomic nuclei and elementary particles.

A. Contributions from scientific publications at the place of a habilitation work:

Articles A1 and A2 describe experiments with the laser system built by Dr. Stoychev for the generation of tunable infrared radiation in the spectral range around 6785 ± 5 nm. The system

is based on the extraction of frequencies from a solid-state laser with a "fixed" wavelength (Nd: YAG - 1064 nm) and a tunable solid-state laser (Cr: forsterite ~ 1,262 nm) in non-oxide nonlinear crystals. Different types of nonlinear crystals (lithium thioindate - LiInS₂ and silver thiogallate - AgGaS₂) were studied to prove the effectiveness of the approach and determine the parameters of lasers, as well as the type and size of nonlinear crystals needed to generate adjustable infrared radiation in the spectral range 5 nm with an energy exceeding 1 mJ at a pulse repetition frequency of 25 Hz, a spectral band width narrower than 200 MHz and a readjustment step (wavelength change) of 35 pm. Different geometric configurations of the optical scheme for generating tunable infrared radiation by subtracting frequencies with one and two passes of the generated radiation and the pumping radiation through the nonlinear crystals have been studied. The possibility of increasing the energy in the spectral range around 6785 nm by using pump beam converters has been demonstrated.

Articles A3, A4 describe experiments with a new Cr: forsterite oscillator-amplifier system, created by the candidate, with unique characteristics. Different geometric configurations of the resonator of a single-frequency Cr: forsterite laser oscillator (pumped by a single-mode TEM₀₀ Nd: YAG laser, 1064 nm) were studied in order to obtain a scheme with high stability in time generation in energy and spectral bandwidth, as well as easy tunable output wavelength. Optical resonator scheme with a diffraction grating at a grazing angle was used. Single-frequency generation with energy of 1 mJ, bandwidth of 0.39 pm at a pulse repetition frequency of 25 Hz and a pulse length of 8 ns was obtained. New Cr: forsterite amplifier with 3 (three) steps and 16 (sixteen) passes was designed and manufactured, to pump another Nd: YAG laser, 1064 nm. Single-frequency tunable lasing was obtained in the spectral range ~ 1.262 nm with a record energy of 45 mJ, with a radiation quality of $M_{2x} = 1.94$, $M_{2y} = 1.70$ and a spectral band width of 0.42 pm.

Articles A5 and A6 describe experiments with a new type of laser system based on subtraction of frequencies for generation of tunable radiation with a narrow spectral bandwidth <30 pm (200 MHz) in the average infrared spectrum 6785 ± 5 nm at a repetition rate of pulses 25Hz, reset step of 35pm and pulse length of 7 ns. The system is based on non-oxide nonlinear crystals and nanosecond pulses generated by single-frequency Nd: YAG and Cr: forsterite lasers at 1064 and 1262 nm, respectively. Two geometric configurations of experimental schemes were studied: single-pass and two-pass through nonlinear crystals. With the using two-pass scheme in LiInS₂ is

generated energy exceeding 540 μJ . The parameters of infrared radiation generation in different types of nonlinear crystals were studied: LiGaS_2 , LiInS_2 , LiInSe_2 and BaGa_4Se_7 . Different types of infrared waveguides have been studied in order to determine the optimal type of transport for the generated treatment.

B. Contributions from scientific publications outside of a habilitation work:

In articles B5, B13 quantum cascade lasers in the spectral range around 6785 nm were studied in order to evaluate the possibility of creating a laser system for generating adjustable infrared radiation in the spectral range around 6785 ± 5 nm, with a power density of 10 MW / cm^2 , a spectral band width narrower than 200 MHz and a fine tuning step based on matrices of quantum cascade lasers. A device for detecting the presence of gases by the method of pulsed cavity ring-down spectroscopy (CRDS) has been created.

The optimal conditions for conducting the FAMU project (Fisica degli Atomi MUonici - Muonic Atom Physics) were studied, the aim of which is to determine the radius of Zemach r_z of the proton by measuring the hyperfine cleavage in the muon-hydrogen atom. Different types of gas mixtures at different temperatures in the range 70 - 336 K were studied to improve the accuracy of the experiment and increase the degree of deexcitation of muons. It was found that at high frequencies of a gas mixture of hydrogen and oxygen at appropriate temperature and pressure muon-hydrogen atoms ($\mu - p$) are formed, some of them are progressively transformed into $\mu - O$, and these events are distinguishable by characteristic X-rays (X-rays) emitted during the de-excitation of the muon-oxygen atom. (B6, B8, B9, B10, B11, B13, B14, B15).

I have no remarks on the materials submitted by the candidate.

The main scientific contributions of the candidate are in the field of basic and applied research and with applications in laser and nuclear physics.

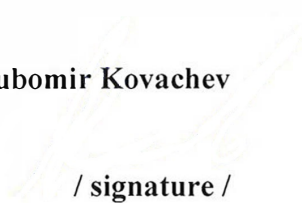
The publications and materials presented by the candidate for the academic title "Associate Professor" are at a high scientific level. Interesting new results are obtained in a

topical field of modern laser physics, spectroscopy and nuclear physics. The results are published in leading specialized scientific journals.

That is why I propose to the esteemed Scientific Jury to vote FOR the award of the academic title of "Associate Professor" to Dr. Lyubomir Ivanov Stoychev.

Date: 09. 01. 2022.

Reviewer: Prof. Dr. Dci. Lubomir Kovachev


/ signature /