

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент”
по професионално направление 4.1 “Физически науки”
и научната специалност „Лазерна физика и физика на атомите, молекулите и плазмата”
Кандидат: Гл. ас. д-р Петър Василев Захариев,
Член на научно жури, рецензент: Доц. д-р Стефка Стефанова Карталева

1. Кратки сведения за конкурса и кандидата

Конкурсът за заемане на академичната длъжност „доцент” за нуждите на лаборатория „Лазери с метални пари” в Института по физика на твърдото тяло на БАН е обнародван в Държавен вестник бр. 110 от 21.12.2013г.

За участие в конкурса е подал документи Гл. ас. д-р Петър Василев Захариев. Той завършва Квантова електроника и лазерна техника при катедра Квантова Електроника към Физически Факултет – Софийски Университет “св. Климент Охридски” през 1999г. В Института по физика на твърдото тяло “Акад. Георги Наджаков” е от 2000г. където през 2003г. придобива образователната и научна степен „доктор” с дисертационен труд на тема: "UV Cu+ лазер в Ne - CuVг наносекунден импулсен надлъжен разряд".

Колегата Захариев е ръководител на младежки проект на тема: “Лазерно индуциран флуоресцентен анализ за изследване и опазване на културното наследство”. Участник е в 5 национални, 2 двустранни и 6 международни проекта.

Специално бих подчертала активното му участие в специализации и курсове, осъществени в следните научни центрове:

- специализация във Франция: Toulouse, Laboratoire Collisions, Agrégats, Réactivité, IRSAMC - Université Paul Sabatier Toulouse III;
- 2 специализации в Германия: Göttingen, Laser-Laboratorium Göttingen e.V.;
- специализация в Германия: Ulm, Quantum Information Processing - University Ulm;
- STSM mission at Germany, Mainz, Cold Ions and Experimental Quantum Information – JG University Mainz;
- обучение в Quanta System SpA.

От 2003г. П.Захариев работи в Института по физика на твърдото тяло последователно като Д-р физик, Научен сътрудник и Главен асистент.

2. Представени материали по конкурса

За участие в настоящия конкурс са представени общо 40 научни труда/участия в научни прояви и патент, които могат да бъдат разпределени както следва:

- 12 статии в международни списания с импакт фактор - $IF = 17.537$;
- 1 публикация с импакт-ранк IR;
- 1 подадена за печат публикация;
- 8 публикации в сборници на конференции;
- 18 участия в конференции, отразени в постер и резюме;
- 1 патент;
- 5 публикации са използвани в дисертационния му труд.

Основната част от трудовете са публикувани в реномирани международни списания, между които IEEE J. of Quantum Electron, Optics and Laser Tech., Applied Physics B: Lasers and Optics, Applied Physics A, Journal of the Optical Society of America B, J. Phys. D: Appl. Phys.

Според приложената справка научните трудове на колегата П. Захариев са цитирани 51 пъти от други автори в публикации в специализирани международни журналы като *Optics Communications*, *Optics Express*, *Chinese Physics B*, *Physical Review A*, *Applied Physics B-lasers and Optics* и др.

3. Характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

Резултатите, представени от д-р П. Захариев, са отразени в многобройни публикации с високо качество. Научната дейност на кандидата бих групирала в три основни направления:

3.1 Изследване и разработка на UV Cu^+ лазер в наносекунден импулсен Ne-CuBr разряд

Проведените в това направление изследвания са отразени в значителен брой публикации и патент, а резултатите са разпространени посредством участия в научни конференции (публикации: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14; патент; конференции: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

Получена е за първи път генерация на UV линии на Cu йони (248.6nm, 252.9nm, 260.0nm, и 270.3nm) при възбуждане с наносекунден импулсен надлъжен разряд в Ne-CuBr. Използван е меден халогенид като източник на атомите на медта. На линиите с дължина на вълната 248.6nm и 270.3nm е измерен рекорден коефициент на усилване –

съответно от 19 и 16%/м. При използването на буферен газ хелий за първи път е получена генерация на четири инфрачервени медни йонни линии – 740,4nm, 766.5nm, 773.9nm, 780.8nm, в наносекунден импулсен надлъжен разряд.

Проведено е изследване на редица механизми, водещи до създаване на необходимата инверсна населеност, което допринася за изясняване работата на UV лазер на Cu⁺ йони в разряд на Ne-CuBr. Горните лазерни нива се заселват чрез зарядообменни удари между йоните на неона в основно състояние и атомите на медта в основно състояние. Долните лазерни нива се обезселяват основно чрез спонтанна емисия към Cu⁺ метастабилни нива. Оценено е изменението на ефективната вероятност за радиационни преходи от долно лазерно ниво на линия 248.6nm към трите Cu⁺ метастабилни нива при отчитане на радиационен захват на излъчването. Получено е, че концентрацията на Cu⁺ метастабилни влияе съществено върху ефективната вероятност за разпад на долното лазерно ниво, а следователно и върху инверсната населеност на разглеждания лазерен преход.

3.2 Ултра-къси импулси разпространяващи се през резонансна атомна среда и изследване на обратна връзка в линеен йонен кристал с цел обработка на квантова информация

(публикации: 17, 18, 19; конференции: 8, 10)

Представени са експерименти, при които ефектът на дисперсия при разпространение на лазерен импулс или серия импулси през оптическа среда може да бъде контролиран. Показано е, че: (а) пространствен модулатор на светлината (SLM) може да бъде използван като надежден инструмент за компенсиране на дисперсията предизвикана от резонансна атомна среда; (в) дисперсионният ефект може да бъде контролиран до голяма степен, използвайки серия от импулси, на които се манипулира фазовото отместване и закъснението между импулсите.

Осъществена е експериментална реализация на саморегулиращ се алгоритъм за автоматизация на основни транспортни процедури в сегментирана линейна уловка на Паули. Тези процеси са важни за обработката на квантова информация с помощта на уловени йони. За целта е използвана чувствителна камера за регистриране на йоните и софтуерен контрол на всеки сегмент на уловката, за да се реализира необходимата обратна връзка. Процесът на контрол се осъществява посредством софтуерен регулатор. Създавайки два потенциала в уловката в аксиално направление може редицата от йони да бъде разделена. Показана е и възможност да се съберат йоните след тяхното разделяне.

3.3 *Взаимодействие на лазерното лъчение с веществото*

(публикации: 17, 18, 20, 21; конференции: 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18)

Предложен е метод за създаване на микрооптични елементи в стъкла тип BK7 с помощта на наносекунден ултравиолетов ексимерен лазер на KrF. Получени са повърхностни образувания с височина около $8\mu\text{m}$ и диаметър от $20\mu\text{m}$ с добра повторяемост на процеса. Използва се предварително загрято стъкло, облъчвано с единични лазерни импулси. Предварителното загряване заедно с допълнителното локално лазерно загряване водят до преминаването на температурната граница на фазов преход на стъклото, в обема оформящ повърхностните образувания и под въздействието на повърхностното напрежение. Условие за формиране на такива структури е наличието на добро поглъщане на стъклената среда за съответното лазерно лъчение.

Надлъжен кухокатоден разряд със саморазпрашващ се материал, който се използва като активна среда за лазерно излъчване, е изследван чрез числено моделиране. Установено е, че силни аксиални нееднородности на потенциала и разпределението на плазмата се наблюдават при малки диаметри, а с увеличаване на диаметъра намаляват. Плазмата е по-интензивна в близост до краищата на анода и може да се разглежда като две отделни разрядни области, които са независими една от друга. Двата отделни плазмени района от двата края се приближават един към друг при разширяване на катода. По нататъшното увеличаване на диаметъра води до напълно еднакво разпределение на потенциала.

През последните години интензивно се развиват приложения на лазерите за анализ и почистване на повърхности, които се прилагат в множество области като медицината, биологията и опазването на културното наследство. Основните техники, с които се работи, са лазерно-индуцирана плазмена спектроскопия, лазерна аблация в кух катод и лазерно-индуцирана флуоресценция. С тяхна помощ се провежда микродеструктивен елементарен анализ и недеструктивен молекулен анализ на изследваните обекти. Представени са проведени изследвания с метода лазерно-индуцирана плазмена спектроскопия на множество археологични артефакти и паметници на културното наследство със съдействието на археолози и реставратори.

4. Сравнение с количествените критерии за заемане на длъжността „доцент” в Института по физика на твърдото тяло – БАН

Наукометричните данни за конкурсната продукция на доц. д-р П. Захариев надвишават изискванията за заемане на длъжността „доцент” в ИФТТ-БАН, което е очевидно от представената таблица.

Показатели	Изисквания	Продукция на кандидата
Минимален брой на научните трудове, публикувани в пълен обем	20	23
От тях: минимален брой в списания/издания с ИФ и/или ИР	10	13
Импакт фактор		17.537
Брой на цитиранията	20	51

5. Научни и научно-приложни приноси

Представените в конкурса резултати показват, че кандидатът е получил интересни резултати с висока научна стойност, а така също важни приложни приноси. Тук ще отбележа някои от основните приноси, които оказват значително влияние на развитието на тематиката в Института по физика на твърдото тяло.

5.1 Проведено е изследване на редица механизми, водещи до създаване на инверсна населеност, за изясняване работата на UV Cu⁺ Ne-CuBr лазера. Съставени са балансни уравнения на основните нива, отговорни за генерация на линията 248.6nm, и чрез съответното преобразуване е изведено условието за съществуване на инверсна населеност. За всеки радиус на използваните в експеримента лазерни тръби е изчислена критичната стойност на плътността на Cu⁺ метастабилни, над която се нарушава това условие. Получено е, че с намаляване радиуса на активната зона значително се увеличава критичната стойност на концентрацията на Cu⁺ метастабилни. Тези резултати показват, че увеличаването на инверсната населеност и изходните параметри на лазера с намаляването на диаметъра на активната среда се дължи основно на по-ефективното обезселване на долното лазерно ниво.

Проведени са изследвания, свързани с ресурсите на разрядната тръба и с времето на живот на UV Cu⁺ Ne-CuBr лазер. Установено е, че поради високата плътност на разрядния ток и високата газова температура кварцовите тръби, определящи активната зона, се металлизират и се отделят примеси в газовата смес, което намалява времето на живот на лазера до около 20 – 25 часа. Получено е също така, че използването на

керамични тръби води до отсъствие на метализация на тръбата и до запазване на състава на газовата смес и съответно на изходните параметри на лазера. На основите на тези резултати е създадена и е патентована нова конструкция на лазерната тръба, при която с периодична смяна на буферния газ времето на живот достига над 700 часа при изходна мощност над 600 mW.

5.2 В резултат на изследване с цел практическо приложение на разряд в кух катод е представена модифицирана кухокатодна конструкция с нова схема за регистрация. Конструкцията се използва като източник на възбуждане, който съчетава лазерна аблация и кухокатоден разряд с цел елементарен анализ на лазерно аблирано вещество. С помощта на аксиален прорез е осъществено пространствено разделяне на различни частици получени при аблацията от изследваната проба, което е важно при анализа на многокомпонентни проби. Изучава се и развитието във времето на всеки елемент от пробата. Това позволява пространствено отделяне на лазерната аблация от регистрирания сигнал. Представени са резултати от проучвания за моделиране, демонстриращи хомогенността на плазмата в разрядният обем и незначителното разпрашаване при условията на изследване. Крайната цел на това изследване е да се придобият знания за процеса на формиране на плазменият облак, неговите преходни характеристики и ефективност на възбуждане в различни моменти след лазерният импулс водещ до аблация. Тази информация е от съществено значение за определяне на оптималните условия за елементарен анализ на многокомпонентни материали с висока разделителна способност и чувствителност при минимално разрушаване на пробата.

5.3 В изпълнение на ръководения от кандидата младежки проект е започната работа по прилагане на метода на лазерно индуцираната флуоресценция, като са представени начални резултати. Лазерно индуцираната флуоресценция е метод за повърхностно изследване на органични и неорганични съединения, като използването на голямо разнообразие от лазерни източници дава възможност за по-висока селективност на измерванията и на качеството на флуоресцентния сигнал. Една от основните идеи е създаване на база данни за материали и химични съединения, присъщи за състава на обектите на културното наследство, което дава възможност за бързото откриване на специфични видове пигменти, багрила, свързватели и др. върху дадена повърхност, както и надеждното откриване на редица скрити дефекти.

Като обща характеристика на получените приноси резултати бих подчертала прецизното изпълнение на експерименталните изследвания, съчетаващи създаване на

нови лазерни конструкции, спектрални изследвания с висока разделителна способност в различни диапазони на спектъра и спектрален анализ на миниатюрни проби от археологични находки. Експерименталните резултати са задълбочено анализирани с помощта на разработени теоретични модели.

Колегата Петър Захариев е израснал научно в силна българска група в Института по физика на твърдото тяло, повишил е своята квалификация в известни световни лаборатории и се представя в настоящия конкурс като изграден учен в областта на лазерната физика и лазерната спектроскопия.

Критични забележки към представените резултати нямам.

7. Заключение

На базата на представените научни трудове, съдържащите се в тях научни и научно-приложни приноси, с пълна убеденост предлагам **Гл. ас. д-р Петър Василев Захариев** да заеме академичната длъжност „ДОЦЕНТ” в професионалното направление 4.1 “Физически науки” по научната специалност „Лазерна физика и физика на атомите, молекулите и плазмата”.

29.03.2014г.
София

Член на журито, рецензент:

доц. д-р Стефка Карталева

