

РЕЦЕНЗИЯ

По конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“ по професионално направление 4.1. „Физически науки“, специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, обявен в ДВ бр.18/08.03.2016 г.

Кандидат: доц. д-р Цветанка Бабева, ИОМТ-БАН

Рецензент: проф. дн Елена Стойкова, ИОМТ-БАН

1. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

1.1. Кратка професионална биография

Единственият кандидат в конкурса доц. д-р Цветанка Бабева завършва специалност „Оптика и спектроскопия“ във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ с диплома за магистър през октомври 1994 г. В периода от 1995 г. до 1998 г. тя работи като физик в Централната лаборатория по фотопроекти към БАН (сега в състава на ИОМТ-БАН), където през 1998 г. спечелва конкурс за научен сътрудник. През 2003 г. като докторант на самостоятелна подготовка защитава дисертация за придобиване на научната и образователна степен „доктор“. От януари 2007 г. до март 2009 г. доц. Бабева е на следдокторска специализация в Центъра за индустриална и инженерна оптика в Дъблинския Технологичен институт. След завръщането си в България през октомври 2010 г. спечелва конкурс за доцент и става ръководител на секция „Оптични материали“ в ИОМТ-БАН. През 2014 г. започва да изпълнява длъжността зам.директор на ИОМТ-БАН.

1.2. Наукометрични данни

Доц. Бабева участва в конкурса с внушителна научна продукция, публикувана в реномирани списания с импакт-фактор и импакт-ранг и представена на многобройни престижни международни конференции. Съгласно предоставените наукометрични данни, тази продукция надвишава (по някои показатели многократно) изискванията за заемане на длъжността професор, формулирани в Правилника за условията и реда на придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности на ИОМТ. По-конкретно, научната продукция за участие в конкурса обхваща 75 публикации, от които:

- 46 публикации в списания с импакт-фактор;
- 8 публикации в списания и поредици само с импакт-ранг;
- 19 доклада на международни научни форуми, публикувани в пълен текст;
- 1 глава от книга;
- 1 популярна статия;

След конкурса за доцент доц. Бабева е обнародвала 37 публикации, от които:

- 21 публикации с импакт-фактор;
- 6 публикации в списания и поредици само с импакт-ранг;
- 8 доклада на международни научни форуми, публикувани в пълен текст;
- 1 глава от книга;
- 1 популярна статия.

Участие в научни форуми:

- 15 устни доклада, от които 7 на международни конференции, 7 на български език и един поканен доклад в Националния Чиао Тунг университет в Тайван;
- 26 постерни представяния на международни конференции в страната и в чужбина.

Ръководство и участие в научно-изследователски проекти – общо 20, от които

- ръководител на 4 проекта (2 с ФНИ, от които 1 по програма „Рила“, 1 по двустранно сътрудничество с Laboratoire Catalyse & Spectrochimie (LCS), ENSICAEN - Université de Caen – CNRS);
- координатор на инфраструктурен проект;
- участник в 15 проекта (8 с Фонда за научни изследвания, 1 по 6 РП на ЕС, 1 с финансиране от НАТО, 2 проекта по ЕБР, както и 3 проекта в Чехия, Ирландия и Тайван).

Общият брой на цитираните публикации на доц. Бабева е 36, а на цитиращите източници – 312, като публикация № 1 е цитирана 46 пъти, публикация № 2 – 22 пъти, публикация № 17 – 20 пъти, публикация № 28 – 22 пъти. Доц. Бабева е ръководител на 2 докторанти, от които на единия му предстои защита.

Всички представени наукометрични данни отговарят на тематиката на обявения конкурс. Трябва да се подчертае сериозната публикационна активност и засиленото ръководство на проекти на доц. Бабева в периода между конкурсите за доцент и професор, както и ръководството на докторанти и стажанти от чужбина. Трябва да се отчете и факта, че тази успешна научна дейност през споменатия период е съчетавана с изпълняване и на административни функции в ИОМТ.

2. Основни научни и научно-приложни приноси

Доц Бабева започва своята научна кариера и се утвърждава като специалист в областта на определяне на оптичните свойства на тънки слоеве, изучаване на фотоиндуцираните процеси в тях и разработване на методи за тяхното отлагане. Тя защитава дисертация за придобиване на научната и образователна степен „доктор“ в тази област, като разглежда спектрофотометрично определяне на оптичните константи и дебелината на тънки слоеве с разработване на методи за анализ на грешките на измерването. Резултатите, получени в тази област, са рецензирани във връзка с участието на кандидата в конкурс за „доцент“ и затова в настоящата рецензия ще бъдат анализирани само приносите, постигнати в периода между двата конкурса.

През рецензирания период доц. Бабева работи основно в пет взаимно свързани перспективни научни направления, изследванията в които са проведени както с колектив от ИОМТ, така и в рамките на международно сътрудничество предимно с колективи от Ирландия и Франция. Научните ѝ интереси се фокусират върху оптичните свойства на хибридни органични/неорганични материали, среди за холографски запис, разработване на Брегови отражатели за оптични сензори на химични вещества, създаването на методи за синтезиране на метални оксиди. Прегледът на публикациите показва много систематичен подход към решаваните задачи, включващ добро познаване на научната литература, теоретична обосновка, многостранно експериментално изследване на даден проблем и търсене на практическо приложение на разработваните оптични материали и

системи. Анализът на предоставените материали позволява да се отделят следните съществени приноси: .

2.1. Изучаване на оптичните свойства на нанокomпозити, изградени чрез инкорпориране на зеолитни кристали във фотополимер.

Хибридните органични/неорганични оптични материали са особено перспективни за разработването на среди за холографски запис и на холографски сензори. Съвместно с международен научен колектив доц. Бабева изследва оптичните свойства на нанокomпозитен материал от фотополимер на базата на полиакриламид и зеолитни частици, избрани за допант поради лесния контрол на химичните им свойства и показател на пречупване близък до този на фотополимера, което намалява оптичните загуби дори при големи размери на наночастиците. Изследвани са промените на свойствата на фотополимерните слоеве в обема и на повърхността им. Чрез запис на обемни холографски решетки с различни пространствени честоти е установено индуцирано от светлинта преразпределение на частиците. Разработени са оптични методи за характеризиране на нанокomпозита, с помощта на които: 1) са установени типовете зеолити, при които порите остават празни; 2) оценени са зеолитите с потенциал за създаване на оптични сензори; 3) изучено е преразпределението на зеолитите в полимера при холографски запис чрез наблюдаване на характерен пик в спектъра на Рамановото разсейване на зеолита; 4) намерени са зеолитите, осигуряващи максимална дифракционна ефективност при холографски запис. Методът с Раманово разсейване е приложен и за изследване на други нанокomпозити, изградени с други фотополимери. Оптичните свойства на фотополимерите и фотоиндуцираното преразпределение на частиците при холографски запис са база за разработването на сензор за влажност. В тази област кандидатът представя 7 публикации, от които особено се откроява статията A4 в Journal of Physical Chemistry C, в която е включен не само много богат експериментален материал, но са въведени нови изследователски подходи и е дадена теоретична интерпретация на резултатите.

2.2. Холографски запис на решетки във фотополимер.

Един от значителните приноси на доц. Бабева е създаването на „двупосочен“ дифузионен модел за формиране на холографски решетки при запис с къси експозиции в акриламидно базирани фотополимери с цел намиране на теоретично обяснение на намаляването на дифракционната ефективност при решетки с високш пространствени честоти. Моделът отчита дифузията и на мономера, и на полимера и предрича наблюдаваното в експеримента намаляване на модулацията на показателя на пречупване при нарастване на пространствената честота на записа. На базата на разработения модел е осъществена симулация на холографския запис, показваща важността на потискането на дифузията на късите полимерни вериги за повишаване на пространствената честота. Моделирането дава основание да се направи препоръката да се записва при по-нисък интензитет, при който образуването на късите вериги е по-слабо. Създаденият модел е модифициран с цел оптимизиране на записа на двумерни структури, както и за обяснение на формирането на повърхностен релеф във фотополимеризиращи системи при осветяване с Гаусов сноп с отчитане на влиянието на интензитета, времето на осветяване и размера на петното върху динамиката на повърхностния релеф. Зависимостите, предречени от

модела, са потвърдени експериментално. Установено е, че най-голяма височина на профила се получава при предварително облъчване на фотополимеризиращата система за даден интервал от време и спиране на светлината след това. Друг съществен резултат, постигнат с разработения модел, е определянето на условията за холографски запис в дебели фотополимерни слоеве и осъществяването на този запис на практика. Намерени са важни параметри като прагов интензитет и оптимална концентрация на багрилото за фотополимеризацията. Доц. Бабева работи и върху холографски запис със затихващи вълни в много тънки слоеве с дебелина от няколко десетки нанометра, при което е установена връзка между микроструктурата на слоевете, оптичните им параметри и получаващите се холографски характеристики. В тази област от научните интереси на доц. Бабева са публикувани 8 труда, сред които се открояват публикациите в JOSA и Journal of Optics.

2.3. Тънки слоеве от халкогенидни стъкла за приложения във фотониката и сензорната техника.

Друга перспективна тематика, по която доц. Бабева работи през рецензирания период, е изследването на оптичните свойства на тънки слоеве от халкогенидни стъкла с цел използването им в Брегови отражатели за постигане на многопосочно отражение. Приносните резултати в тази област са както следва: 1) намиране на халкогенидни стъкла с подходящ състав и подходящо фотодотиране за увеличаване на показателя на пречупване; 2) създаване на четвъртвълнови стекове с ивица на високо многопосочно отражение в близката инфрачервена област чрез комбиниране на различни халкогенидни стъкла или на халкогенидно стъкло/полимер; 3) разработване на оптични сензори на базата на халкогенидно стъкло/полимер, базиращи се на промяната на дебелината на полимера при излагането на многослойната структура на пари на летливи вещества. Впечатляващ резултат е осъществяването за първи път комбиниране в стек на Брег на халкогенидно стъкло и тънък слой от зеолитни кристали, при което се постига многопосочно пренастройваемо отражение вследствие на голямата разлика в показателите на пречупване на двата материала. Тези стекове могат да се използват като оптични сензори на химични вещества благодарение на подобрената селективност при използването на зеолита. Резултатите от тези изследвания са публикувани в 8 научни труда, сред които особено внимание заслужава статия A14 в Journal of Materials Chemistry.

2.4. Разработване на методи за синтезиране на метални оксиди със специфични свойства

Както вече бе отбелязано, съществен дял от научните изследвания на доц. Бабева са с подчертано приложна насоченост, като разработването на прости и не скъпи методи за отлагане на тънки слоеве на материали, характеризиращи се с висок показател на пречупване и намиращи широко приложение във фотониката и сензорната техника. По-конкретно, е създадена зол-гел процедура без използване на вода за отлагане на тънки слоеве от Ta_2O_5 , TiO_2 и Nb_2O_5 , като е постигнато контролирано вариране на оптичните параметри и дебелината на слоевете посредством контролирано загряване. За многофункционалния материал Nb_2O_5 са получени тънки слоеве с показател на пречупване над 2.2 с промяна на дебелината на слоя чрез контрол на концентрацията на зола. Важен за практиката резултат е осъществяването на вариране на показателя на пречупване от 1.8 до 2.2 чрез промяна на температурата на загряване, като основното предимство на разработения от доц. Бабева метод е провеждане на процедурата при ниска температура на загряване до 120 °C. При тези изследвания трябва да се

отбележи публикация A21 в Opt. Las. Tech. Друго съществено постижение е създаването на тънки слоеве от Nb_2O_5 с контролирана поръзност чрез зол-гел отлагане и индуцирано чрез изпаряване самоподреждане. Постигнато е получаване на тънки слоеве от този материал с променлив показател на пречупване чрез използване на подходящи три-блокови съполимери, като последният може да се променя от 2.2 до 1.5 при увеличаване на дебелината на слоя. Това се съпровожда от увеличаване на свободният обем от 0 до 54 %. И при това изследване доц. Бабева не се ограничава само с правенето на експерименти, но разработва методика за оценяване на количеството на адсорбираното вещество при излагане на изследваните образци на парите на органични разтворители, реализирана със съответните компютърни кодове. Изследвана е също така възможността отложените тънки слоеве да се използват за оптични сензори чрез измерване на спектрите на отражение преди и след излагане на парите на дадено вещество. В това научно направление са публикувани 7 труда, от които се открояват статиите A21 в Opt. Las. Tech. и A26 в Advances in Condensed Matter Physics.

2.5. Химични сензори с оптична детектиране на базата на едномерни фотонни кристали

Перспективно изследване на доц. Бабева е разработването на едномерни фотонни кристали, представляващи стекове на Брег с многопосочно отражение, за химични сензори с оптично детектиране. Детектирането се базира на спектралната промяна на пика в отражението от многослойната структура при наличието на пари на различни химични вещества и става възможно благодарение на отстраняването на зависимостта на отражението от ъгъла на осветяване. Предложената от доц. Бабева идея е осъществена на практика чрез използване на зеолити поради свойството им да променят показателя си на пречупване при кондензация, адсорбция, йонен обмен и др. Зеолитите като чувствителни материали за стековете на Брег са синтезирани в Normandie Université, ENSICAEN, UNICAEN, CNRS, Laboratoire Catalyse et Spectrochimie, Франция в рамките на проект по програмата „Рила“ и проект по ЕБР, на които доц. Бабева е ръководител.

Проведена е значителна по обем експериментална работа за изучаване на свойствата на зеолитни слоеве. Установени са важни зависимости, като връзка между показателя на пречупване на зеолитните слоеве и свободния им обем от една страна и химичния им състав и съдържанието на вода в порите им от друга, и са подбрани условия за отлагане на тънки слоеве от зеолити с добро оптично качество и контролирани свойства и дебелини. Предимството на разработените от доц. Бабева стекове на Брег се състои в това, че материалът с висок показател на пречупване, който е метален оксид, е отложен като тънък слой с разработения зол-гел метод чрез spin-coating техника, което е значително по-евтино от отлагане със скъпо струващо вакуумно оборудване и дава възможност материалите с висок и нисък показател на пречупване в стека да се отлагат с помощта на един и същ метод.

Изработени са стекове на Брег с два вида метални оксиди - Ta_2O_5 и Nb_2O_5 – и два типа зеолити и е доказана възможността да се разработи оптичен сензор за ацетон, като постигнатото време на реакция е 6 s. Тази научна тематика продължава активно да се разработва и в момента, като се създават едномерни фотонни кристали с чувствителен материал PMMA - Poly(methyl methacrylate), при който промяната на дебелината прави възможно детектирането на химични вещества. Основният резултат от изработката и изследването на оптичното поведение на 2, 3, 5 и 7 слойни стекове от V_2O_5 и PMMA с контрол на поръзността с помощта на органичен темплейт е многопосочно отражение от 0 до 70° и селективност към парите на хлороформ. Изследванията в тази област до момента са отразени в 7 публикации, като специално трябва да се отбележат статиите A22 в Dalton transactions и A23 в Sensors.

3. Заключение

Доц. д-р Цветанка Бабева е изследовател с голям потенциал, който съчетава умението да генерира идеи с планомерен подход за тяхното осъществяване. Следва да се подчертае и комплексния характер на прилагания от нея подход за решаване на задачите, при който винаги се търси теоретично обяснение на получените в експеримента зависимости. Тази задълбоченост в работата е отличителна черта на доц. Бабева като специалист и е подкрепена от много добро познаване и непрекъснато следене на научната литература. Напълно съм убедена, че присъщият ѝ стемеж към постъпателни усилия и принципност при оценките изгражда дисциплинирана и плодотворна атмосфера в колектива, който ръководи.

Високото ниво на представените от кандидата публикации, популяризирането на получените резултати на престижни международни конференции, несъмненият значителен принос на кандидата в проведените изследвания, проличаващ също така и от активното участие в проекти, включително и като ръководител, характеризират доц. Бабева като учен с висока квалификация, който напълно отговаря на изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОМТ-БАН.

Въз основа на изложените по-горе факти ще гласувам положително в Научното жури и ще предложа на уважаемия Научен съвет на ИОМТ да избере доцент д-р Цветанка Бабева за професор по физика.

29.06.2016 г.

Изготвил рецензията:.....

/проф. дн Елена Стойкова/