

РЕЦЕНЗИЯ

от

доц. д-р Екатерина Георгиева Борисова, Институт по Електроника,
Българска Академия на Науките (ИЕ-БАН)

за конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“

По професионално направление: 4.1. Физически науки

Научна специалност: „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, Държавен вестник, брой 12 от 11.02.2020 г., стр. 40

Кандидат: доц. д-р Георги Лалев Дянков, Лаборатория „Композитни и наноструктурирани оптични материали“, Направление „Оптични материали“, Институт по оптични материали и технологии, Българска Академия на Науките (ИОМТ – БАН)

В изпълнение на процедурата, от кандидата са представени:

1. Заявление за допускане до участие в конкурса
2. Автобиография по европейски образец
3. Диплома за образователната и научна степен „доктор“; свидетелство за научно звание „доцент“ (ВАК)
4. Списъци на публикации, участия в конференции, проекти, изобретения и други научно-приложни разработки, които не повтарят представените за придобиване на образователна и научна степен „доктор“, на научна степен „доктор на науките“ и за заемане на академична длъжност „доцент“;
5. Отпечатъци на публикации, еквивалентни на хабилитационен труд;
6. Отпечатъци на публикации извън хабилитационният труд;
7. Отпечатъци на патенти и полезни модели;
8. Резюмета на рецензираните публикации на български и на английски език, с които се участва в конкурса за „професор“;
9. Удостоверения за минимален седемгодишен стаж по специалността:
 - a. От ИФТТ-БАН
 - b. От MASciR-Мароко
 - c. От ITRI-Тайван
10. Удостоверения, за заемане академичната длъжност „доцент“ в продължение на не по малко от 5 години във висше училище или научна организация:
 - a. От ИОМТ-БАН
 - b. От Пловдивски университет
 - c. От ИФТТ-БАН
11. Списък на цитиранията.
12. Автореферати на защитили докторанти под научното ръководство на кандидата
 - a. Автореферат на Иван Иванов
 - b. Автореферат на Катерина Желязкова
13. Справка за изпълнение на минималните национални изисквания по чл. 26, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ, минималните изисквания на БАН и съответно на ИОМТ, дадени в този Правилник (по стандартен формуляр на ИОМТ, Приложение 3-5);
14. Справка на български и на английски език за оригиналните научни приноси със съответните доказателства (Съгласно чл.25, ал4, т.13 от Правилник за придобиване на научни степени и за заемане на научни длъжности в ИОМТ-БАН), придружена със Становище на кандидата.
15. Справка за преподавателска дейност от;
 - a. Пловдивски Университет

b. National Chiao Tung University, Taiwan

16. Други материали, които илюстрират квалификацията на кандидата: удостоверения за награди и квалификация;
17. Копие от обявата за откриване на конкурса в ДВ;

Според представените доказателства и документи за изпълнение на минималните национални изисквания по чл. 26, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ, минималните изисквания на БАН и тези на ИОМТ, кандидатът има следните показатели:

група А – 50 (от минимум 50)

група В – 147 (от минимум 100)

група Г – 320 (от минимум 220)

група Д – 216 (от минимум 120)

група Е – 326 (от минимум 150)

с което изпълнява необходимите изисквания за допускане до участие в конкурса.

Публикациите, представени от кандидата за участие в процедурата, не са включени в процедурите за заемане на научната и образователна степен „доктор“ или за заемане на академичната длъжност „доцент“, съгласно изискванията на Правилника на ИОМТ, чл 25(3).

Научната дейност на кандидата е в областта на оптичните сензори в т.ч. биосензорите при които регистрацията на молекулярни взаимодействия се осъществява чрез оптични методи, свързани с физика на повърхнината и конкретно – с Повърхнинен Плазмонен Резонанс (Surface Plasmon Resonance – SPR).

Интердисциплинарният характер на такъв тип изследвания изисква задълбочени знания и умения, отразяващи сложността на изследвания обект. Бих характеризирала научната дейност на кандидата като процес на последователно, целенасочено и систематично научно израстване в изминалите години, резултат на което са значимите научни постижения, които оценяваме в рамките на настоящия конкурс.

Логично е това натрупване на знания и опит да бъде трансферирано към млади учени, студенти и докторанти: кандидатът е научен ръководител на двама успешно защитили докторанта (през 2016 и 2017 г.) и ръководител на един докторант текущо, както и ръководител на шестима дипломанти, защитили до 2015 г. Бих искала специално да отбележа работата му по обучение на средношколци в областта на физиката. Кандидатът е работил като хоноруван преподавател в Техникума по дървообработване – гр. София и в Софийска математическа гимназия в периода 1991-2002 г. Той е съавтор на 7 учебника и 8 учебни пособия по физика от 7 до 10 клас, които се използват в училищната мрежа на България. Това е значителен по обем труд, даващ много широк и задълбочен поглед не само в областта на изследователските задачи, решавани от кандидата, в рамките на неговата научна дейност, но и в цялото изследователско поле на физиката.

В резултат на така изградения от кандидата обширен научен капацитет, той се явява успешен ръководител на 7 научни проекта и участник като член на екипа на още 22 проекта, финансирани на национално (19) и международно (10) ниво, включително по проеграмите Хоризонт2020 (1 брой), 7РП (1 брой), оперативни програми на РБългария (4 бр.).

Неговото професионално израстване с спомогнато от обученията и специализациите в престижни международни изследователски центрове, като е бил в Русия (като докторант), Германия (гост-учен), Тайван (пост-докторант и гост-професор), Мароко (изследовател), като в Тайван е прекарал около 5,5 години като

гост-изследовател, а резултатите от труда му са оценени високо със сребърна и бронзова награди за изобретения на Изложенията за иновации – Тайпе, през 2016 и 2017 г. съответно, което е значително признание за научния и научно-приложния капацитет на кандидата. Кандидатът има значими по обем приложни разработки, които са отразени чрез общо 7 патента, полезни модела и заявки за патенти, с 5 броя от които той участва в настоящия конкурс.

За популяризирането на постигнатите резултати от изследванията си, кандидатът е представил доклади от своята изследователска дейност за оценка пред научната общност на 25 международни и 12 национални научни конференции, както и 5 поканени лекции пред други организации.

Основни научни и научно-приложни приноси

Кандидатът е представил хабилитационна справка за научните и научно-приложните си приноси. Проблемите, които са обект на разглеждане в рамките на тази процедура, са от областта на оптичните сензори, вкл. биосензорите, работещи на принципа на повърхнинен плазмонен резонанс (Surface Plasmon Resonance – SPR), детектиращи оптични сигнали при регистрация на молекулярните взаимодействия.

Регистрацията и наблюдението на биологичните или биохимичните процеси е от изключително значение за медицината, биологията и за регистрация на моментния здравен статус и работоспособност. Разработването на високочувствителни, специфични и рентабилни биосензори е от изключително значение, тъй като те допринасят за реализирането на прецизна диагностика и разработка на подходи за тераностика и индивидуализирана медицинска помощ. Поради това изследванията в областта на разработката на нови детектиращи и/или мониториращи сензорни системи са много интензивни, което се потвърждава от тенденцията за експоненциален ръст на публикациите в това научно и приложно направление, което се запазва вече дълги години. Пазарът на биосензори в света се оценява на милиарди като средния годишен ръст се оценява на 6-8%, което стимулира провеждането на изследователска и развойна дейности за разработка и оптимизация на биосензори, и ги прави силно конкурентни.

Значимостта на проблематиката, по която работи кандидата, не буди съмнение. Изрично искам да подчертая интердисциплинарния характер на проблематиката, което е задължаващо по отношения на обема знания и експериментални техники, необходими и задължителни за достигането на значими резултати. Свързаните с SPR биосензори изследвания са мултидисциплинарни и изискват познания в различни научни области като физика и химия на повърхностите, електрохимия, биохимия, физика на твърдото тяло, оптика и лазерна техника, и др.

Научните приноси, представени от кандидата в настоящата процедура, са свързани с решаването на проблема за неспецифичните молекулярни реакции, характерен за SPR биосензорите. SPR сензорите се базират на преобразуването на изменението на ефективния показател на пречупване на разпознаващия слой в оптичен отговор. Така, SPR сензорите измерват както физичните, така и химичните ефекти, които влияят на показателя на пречупване на слоя в рамките на проникването на полето на плазмонната вълна в него. Поради това SPR сензорите по своята същност не са специфични за измервания процес.

Кандидатът е разделил приносите си в две основни тематични области, които обхващат различни аспекти на оптимизацията на SPR биосензорите. Първата тематична област е свързана с решаване на проблемите на неспецифичността на този тип сензори, чрез оптимизиране на разпознаващия слой. Основните научни приноси, принадлежащи към първа тематична област изцяло са резултат на експериментални изследвания, включвайки следното:

- предлага се директна имобилизация - без вграждаща матрица - на биомолекулите на разпознаващия слой, при което се създава наноструктуриран такъв слой;
- експериментално е реализирана директна имобилизация чрез matrix-assisted pulsed-laser evaporation (MAPLE) – метод, използван за отлагане на слоеве от биоактивни вещества;
- експериментално е доказана ефективността на директната имобилизация.

Втората тематична област, в която кандидатът има приноси, е свързана с решаване на проблемите на диференциация на специфичните от неспецифичните молекулярни взаимодействия. Тъй като SPR сигналът се генерира от изменение на коефициента на пречупване, възникващо в полето на плазмонната вълна, той съдържа информация както за специфичните молекулярни реакции в разпознаващия слой, така и ефекти зад този слой, в общия случай - в разтвора, съдържащ анализа. В резултат на това в SPR сензорите винаги съществува фонов сигнал, генериран от неспецифичната реакция. За да се минимизира влиянието на неспецифичната реакция върху измерените параметри, типично измерване на SPR сигнала се извършва като диференциално между опорния и сигналния канали.

Основните научни приноси на кандидата в рамките на втората тематична област са в резултат на негови теоретични изследвания, и включват в себе си следното:

- Теоретично са предложени три нови метода за реализиране на дву-вълнов SPR:

- чрез нов тип биочип, базиран на биметален слой;
- чрез асистирано, от течено-кристален слой на хирален смектик/нематик, възбуждане на SPR;
- чрез асистирано, от силно дисперсионна среда, възбуждане на SPR.

Друга насока на изследванията на кандидата е разработване на оптични сензори, базирани на известни оптични методи за регистрация, както и приложението на такива методи в конвенционални сензори. В резултат са постигнати нови качества и свойства на оптични сензори на физиологични и биометрични параметри, както и оптични сензори на различни физични въздействия. Разкритите нови качества и свойства на оптични сензори представляват научно-приложни приноси на кандидата, а именно:

- неинвазивна детекция на концентрация на алкохол в кръвта, осъществявана с едновременно персонална идентификация;
- едновременно, постоянна и в реално време детекция на температура, дим и СО в сензор за противопожарна охрана;
- висока температурна стабилност и точност на детекция при сензор на ток (магнитно поле) чрез реализираните опорен и сигнален канали с еднакъв оптичен път.

Научните и научно-приложните приноси са детайлно представени от кандидата в хабилитационната справка. Накратко ще отбележа по-значителните от тях, както следва:

I. Научни приноси:

- За първи път експериментално е доказана ефективността на директно имобилизиране при биосензор. Осъществена е имобилизация на хемоглобин върху дифракционна решетка, създадена в оптично влакно. Осъществена е за първи път реакция хемоглобин + глюкоза = гликиран хемоглобин с цел детекция на глюкоза.

Въпреки че тази реакция е специфична и добре известна, до момента не е била използвана за детекция. Постигната е така нар. **ниско ниво на достоверна детекция (low detection limit) на концентрация - 0.1 mmol/L**, която е **по-ниска от клинично значимата концентрации на кръвна захар в слюнка**, постигнати са повторяеми концентрационни зависимости за концентрации на анализа в диапазон по-голям от един порядък, и устойчивост на нанесения разпознаващ слой – постигната е много добра адхезия. Така директно имобилизираният хемоглобин върху трансдюсера представлява лабораторен прототип на биосензор за неинвазивна детекция на кръвна захар чрез анализ на слюнка.

- **За първи път е осъществена директна имобилизация на металопротени**. За първи път е създаден SPR биочип чрез директна имобилизация, осъществена изцяло по физичен метод – чрез matrix-assisted pulsed-laser evaporation (MAPLE). Специфичен проблем за създаване на SPR биочипа е необходимостта от строг контрол на дебелината на отложения слой. Разработена е технологична установка, която реализира MAPLE метода, както и са установени наборите от технологични параметри, които гарантират имобилизацията на хемоглобин и миоглобин при запазване на биологичната им активност и с контролируема дебелина на разпознаващия слой.

- **разработен е SPR биочип на базата на дифракционна решетка**. Разработена е методика за създаване на дифракционни решетки със златно покритие;

- **Разработена е методика за определяне на биоактивността** на отложените слоеве, която се реализира чрез проверка на биоактивността на различни функционални групи, осъществена чрез SPR детекция на взаимодействието с CO, CO₂, NO, O₂. Ефективността на технологията е доказана чрез достигнатите минимални надеждно детектуеми концентрации на газовете;

- **Разработена е нова среда с приложение в биосензорите** - бинарна смес от родамин 6G и родамин В вградени в матрица от епоксидна смола. Различава се принципино от използваните за SPR. Такъв тип среди са силно диспергиращи, като едновременно с това са активни и усилват оптичното лъчение. Използват се за хаотична генерация на лазерно лъчение (random lasing). Разпознаващите молекули могат да се враждат в такава среда, като молекулярните реакции я променят, респективно и условията за генерация. Предимствата в биосенсориката са: i) възможността за генериране на няколко лазерни мода, като всеки един от тях е повлиян по различен начин – многоканална детекция; ii) детекцията не е сложна (не е нужно да се изпълняват условия за резонанс); може да се използва детекция на кохерентността като критерии за молекулярна реакция (в т.ч. и за образна детекция); iii) разпознаващите молекули се имобилизират относително лесно – чрез дифузия в обемна среда.

- **Предложена е нова структура на SPR биочип, базирана на биметален слой**, съставен от сребърен и златен под-слоеве. Използват се различните дисперсионни характеристики на двата метала за да се възбудят две или повече плазмонни моди с различно модово разпределение но с еднакви константи на разпространение. Това позволява разграничаване на специфичните от неспецифичните въздействия, както и на шумовия фон чрез едно спектрално измерване;

- **Разкрито е ново качество на биметалната плазмонна структура** – да поддържа разпространението на т.нар. long-range (LR) и short-range (SR) плазмонни моди. Функцията им е разграничаване на специфичните от неспецифичните въздействия чрез едно спектрално измерване. Теоретично е установен нужния показател на пречупване на буфера, при които се възбужда LR мода при желана дължина на вълната.

- Теоретично е доказано, че **новата плазмонна структура е най-ефективна от известните към момента по отношение на селективност**. Това е следствие на доказаните характеристики на структурата: (1) най-висока „развръзка“ между

сигналния и опорния канал, реализирани чрез конвенционални плазмонни моди и (2) полето на мода, възбуден на по-голяма дължина на вълната, прониква по-дълбоко; за сравнение: за да се постигне това, в стандартните чипове се използват сложни оптични схеми;

- **За първи път са изследвани теоретично явленията на границата метал-хирален смектик**, като слоя течен кристал (ТК) е разположен след металния слой в условията на възбуждане на SPR. Установено е, че увеличението на ъгъла на наклона води до отместване на SPR към по-големите дължини на вълните в резултат на изменението на показателя на пречупване в граничещия до метала слой ТК, в направление на разпространението на плазмонната вълна.

Научни приноси, формулирани в научните публикации извън хабилитационния труд:

- **За първи път е предложена и теоретично анализирана идеята за „цветен“ плазмон**, като (1) възбуждането на SPR при различни дължини на вълните, принадлежащи на спектъра на „цветния“ плазмон ще се възбуждат и детектират при еднакъв ъгъл; (2) разпределението на полето на тези плазмони прониква на различно разстояние; обхваща разпознаващия слой и пространството зад него; (3) анализът на резонанса на „цветния“ плазмон при къси и дълги дължини на вълната, би могъл да раздели специфичните от неспецифичните молекулярни реакции.

- **За първи път е предложена идеята за поляриметрия, базирана на „вихрова“ поляризация**. Теоретично е показано, че три вихрови поляризатора, ориентирани по определен начин, гарантират създаване на пълен набор от поляризационни състояния. Решаването на обратната задача чрез симплекс метода, позволява детекцията на въведеното (от плазмонната структура) изменение на фазата.

II. Научно-приложни приноси

- **За първи път се предлага устройство, което реализира неинвазивна детекция на концентрация на алкохол в кръвта на човек с едновременна персонална идентификация**, базирана на венокод на пръстите на ръката. Методът за неинвазивна детекция на концентрация на алкохол в кръвта на човек се базира на фототермален ефект, като иновацията е начина на детектиране на оптическо поглъщане в спектрални области, характерни за етилов алкохол или дериватите му в следствие на метаболизма в организма.

- **Разработен е метод за организация на система, осигуряваща достъп чрез отдалечен контрол до изпълнение на функции след персонална идентификация по биометрични данни, осигурени чрез оптични методи**.

- **За първи път е предложен противопожарен сензор, изцяло обезопасен за използване в помещения с най-висок пожарен риск и взривоопасни обекти**. Предмет на защита, са методите на едновременна детекция на СО, температура и дим по оптични методи, както и оптичната комуникацията със сензора, осъществена чрез оптични влакна. Тази разработка е удостоена с Бронзов медал за изобретение: Изложение за иновации – Тайпе, Септември, 2017.

- **За първи път е предложен оптичен сензор за измерване на ток (магнитно поле) в условия на високо напрежение с опорни канали, имащи еднакъв оптичен път**. Това осигурява амплитудна и температурна стабилност на сензора. Тази разработка е удостоена със сребърен медал за изобретение: Изложение за иновации – Тайпе, Септември, 2016.

Отражение на научните публикации

Наукометричните показатели, с които кандидатът участва в конкурса, са доказателство за значимостта на постигнатите резултати:

- статии в списания с импакт-фактор и/или импакт-ранг – 22;
- забелязани цитати: 108;
- проекти: 3 - като ръководител и 9 – като участник на екипа;
- патенти и полезни модели: 5 (2- заявки за патент, 3- полезни модела);
- доклади на конференции: 21 (17-международни, 4 – национални).

Характерът на цитатите също показва значимостта на публикуваните резултати – не са забелязани цитати с негативна оценка или изразено съмнение за достоверност.

Кандидатът е представил справка, в която ясно са **разграничени представените за настоящата процедура научни приноси** от приносите, с които вече е участвал в процедурите по придобиване на образователната и научна степен „доктор“ и акад. длъжност „доцент“.

Нямам **критични забележки** към научната дейност на кандидата или към качеството и значимостта на представените от него научни резултати и приноси.

Личните ми впечатления датират от стартирането на инициатива за практическо обучение на студентите от ПУ, специалност Медицинска Физика, което се провеждаше в лаб. Биофотоника на ИЕ-БАН през учебната 2012-2013 г. Доц. Дянков беше инициатор на това практическо обучение, с което да се разширят възможностите и познанията на студентите от тази специалност, както и достъпа им до съвременна медицинска и оптична апаратура. Доц. Дянков се показва като много сериозен, добре организиран и радещ за обучението на студентите си преподавател, както и като висококвалифициран специалист в областта на оптичните технологии и взаимодействието на оптични лъчения с кондензирани среди.

Подготвените за текущия конкурс доказателствени материали, обема и качеството на наукометричните показатели, както и тяхната подреденост, и пригледност също правят много добро впечатление разкривайки един добре организиран и сериозен учен на високо професионално ниво.

Заклучение

Предвид извършения по-горе анализ смятам, че кандидатът напълно отговаря на минималните национални изисквания в Правилника към ЗРАСРБ, ЗРАС-БАН и на ИОМТ.

Поради това, с дълбока убеденост предлагам на членовете на научното жури за избор на „Професор“ по професионално направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, по обявления в Държавен вестник, брой 12 от 11.02.2020 г., стр. 40 конкурс, да избере на академичната длъжност «Професор» доц. д-р Георги Лалев Дянков.

Дата: 10.08.2020

Подпис:

Доц. д-р Екатерина Борисова
Институт по Електроника - БАН