

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

за придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“

в професионално направление Физически науки (Физика на атомите и молекулите),

по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)

на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Рецензията е изготвена от: **проф. д-р Георги Лалев Дянков, Институт по Оптически Материали и Технологии - БАН**, в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № РД-38-148 /15.03.2021. г. на Ректора на Софийския университет.

Тема на дисертационния труд: “Енергиен транспорт в оптически създадени плътно-заселени органични триплетни ансамбли”

Автор на дисертационния труд: Станислав Балусhev Балусhev

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът Станислав Балусhev е представил дисертационен труд и Автореферат, а така също и задължителните таблици за Физически ф-т от [Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“](#). Представени са и автобиография и дипломите за завършено висше образование и ОНС „доктор“.

Представените по защитата документи от кандидата съответстват на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и [Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“](#) (ПУРПНСЗАДСУ).

2. Данни за кандидата

Професионалната биография на кандидата е впечатляваща. Завършил е Физическия факултет на СУ през 1990 г. с отличен успех. Получава ОНС „доктор“ през 1998 г и се хабилитира през 2009 г. Още като студент специализира в изследователския отдел на Lambda Physics в Германия. До получаването на ОНС „доктор“ специализира в продължение на около година в Института по квантова оптика в ХанOVER и в Института по експериментална физика в Грац.

Докторската му дисертация е в областта на нелинейната оптика. Всички публикации, свързани с дисертацията са в списания от Първа група (по допълнителните изисквания на ФзФ). До хабилитацията си кандидатът като *visiting scientist* участва в проекти в областта на Бозе-Айнщайн кондензат (12 м. в Израел) и „охладени атоми“ (12 м. в Германия). От 2001 до 2009 заема престижната позиция на ръководител група в Макс-Планк Института по полимери.

Хабилитацията на кандидата включва 16 статии, публикувани в престижни списания като *Appl. Phys*, *Phys. Rev. A*, *Applied Physics Letters*, *Advanced Materials* и др, всички в Първа група (по допълнителните изисквания на ФзФ).

В докторската дисертация са включени статии, публикувани 2011-2018 г., както и патенти, заявени в периода 2009-2015г. Част от публикациите са направени когато кандидатът е работил в Freiburg Institute for Advanced Studies като Senior Fellow (2014-2015).

В периода 2003-2021 кандидатът е участвал в 9 проекта с международно финансиране и 3 – с национално.

Всичко това показва динамично професионално израстване на кандидата, което намира признание в заемането на престижни позиции в едни от най-добрите изследователски центрове в Европа. Участието в проекти, финансирани от Макс Планк общество, SONY, програмата Мария Кюри, Седма Рамкова Програма, показват високият научен авторитет с който се ползва кандидатът.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Научните постижения на кандидата са в областта на физиката на атомите и молекулите; по специално - на енергийния транспорт в плътно заселени органични триплетни ансамбли и особено на процеса на некохерентна аниhilационна *ip*-конверсия.

Научните публикации, включени в дисертационния труд са 21 публикации и 9 патента. Четири публикации са от група III, две публикации са глави от книги, като всички останали публикации са от група I, категория Q1. В 17 от публикациите кандидатът има съществен принос.

Всички патенти са световни, активни, като в 7 от тях кандидатът има съществен принос.

В Таблица 6 кандидатът е посочил извършените от него дейности в публикациите и патентите, в които няма основен принос.

Превишаването по брой точки по показател Г е близо 7 пъти.

Броят на цитиранията на публикациите, включени в дисертационния труд са повече от 400 или четири пъти повече от изискванията. *h*- факторът надвишава 6 пъти изискуемия минимум.

В дисертацията са включени 13 доклада на конференции, от които 5 са поканени.

Така кандидатът многократно покрива, както минималните национални изисквания, така и допълнителните изисквания за придобиване на научни степени във Физическия факултет на СУ.

В Таблица 3 кандидатът е представил информация за публикациите, използвани в процедурите за добиване на ОНС „доктор“, за длъжността „старши асистент“ и процедурата по хабилитация. В хабилитационната процедура са включени статии публикувани до 2009, докато в настоящата процедура са включени публикации след 2011. Макар и формален, този критерий ясно показва, че не може да има повтаряне на предишни използвани резултати тъй като публикациите, включени в дисертацията са след 2011 г. Анализът на съдържанието на представените публикации, тяхното публикуване в престижни списания и цитирането им недвусмислено показва, че това са нови и оригинални научни резултати. Категоричен е изводът за отсъствие на плагиатство в представения дисертационен труд и автореферат.

4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата (ако има изискване в ПУРПНСЗАДСУ за това)

Няма изисквания за учебно-педагогическа дейност на кандидата.

5. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата съдържащи се в материалите за участие в конкурса

Научните постижения в дисертацията се състоят във формулирането и експерименталното доказване на няколко хипотези:

1. Хипотезата, че динамичните характеристики на процеса на ТТА-УС в матрица на мека материя се отличават драстично от класическите описания.

Доказването на тази хипотеза позволява:

- да се намали интензитета на светлината на възбуждане повече 6 порядъка;
- да се използва ниска спектрална плътност на мощността на некохерентна светлина (слънчево излъчване).

2. Хипотезата, че повишаването на температурата на оптически не-активната или оптически активната матрица на мека материя води до понижаване на вискозността, което от своя страна – до температурно - зависимо нарастване на локалната подвижност на диспергираните молекули и по-бързо намиране на оптималното стеришно разположение и в крайна сметка до значително температурно-зависимо нарастване на интензитета на закъснялата флуоресценция, т.е. до по-ефективен ТТА.

Проверката на тази хипотеза поражда идеята за изцяло оптично измерване на температурата в тънки слоеве и до адаптирането на техниката на конфокалната микроскопия за двумерно измерване температурата на двумерни обекти (патентовано).

3. Формулирана е хипотезата за селекционните правила на ТТА-УС. Емпирично са формулирани правила за подбор на параметрите на синглетните и триплетни енергетични състояния на оптически активните багрила, които гарантират висок квантов добив в матрица от мека материя.

Достоверността на хипотезата е доказана чрез:

- демонстрираната първата ТТА-УС, възбудена от слънчева светлина (патентовано);
- Експерименталното доказване на адитивният характер на използването на 2 различни сенсibiliзатора, работещи с ансамбъл от един и същ тип емитери;
- Синтезирането на серия порфирина което позволява настройка на ТТА-УС спектъра; това от своя страна позволи създаването на първият напълно органичен, гъвкав и прозрачен многоцветен дисплей, базиран на ТТА-УС (патентовано); това позволява и отместването на IR – границата на кислородната фотосинтеза;
- Получен е много висок квантов добив от 0.11 на ТТА-УС

4. Формулирана е хипотезата, че молекулната ротационна дифузия е причината за огромните дистанции на дифузия на триплетната енергия.

Експериментално е доказана чрез квантовия добив и температурната чувствителност на ТТА-УС в матрица от мека материя.

5. Формулирана е хипотезата, че ефективността на ТТА-процеса в матрица от мека материя зависи и от локалната подвижност на участващите багрилни молекули.

Достоверността на хипотезата е доказана чрез измерването на локалната температура, коментирано по-горе.

Експерименталното доказване на хипотезите, формулирани в дисертационния труд, представлява значителен принос в областта на изследване. Открити са нови закономерности, формулирано е ново знание, което позволи експерименталната реализация на уникалната некохерентна ир-конверсия.

Експерименталната реализация на доказаните хипотези демонстрират изключително висока експериментална компетентност в сложна интердисциплинарна област, в която кандидатът е водещ учен.

Научно-приложните достижения, включени в дисертационния труд, като се изключат вече споменатите по-горе патентовани приноси, са както следва:

1. Осъществяване на ТТА-УС в мицели, чрез което се достига до устойчиво наблюдение на ир- конверсията във водни разтвори. Демонстрирани са сензорните свойства на мицелите, като са използвани за температурни измервания в наносреда, при което е постигната уникална температурна чувствителност. Синтезирани са ТТА-УС наночастици, използвани за *in-vitro* био-изображения чрез възбуждане със светлина,

проникваща в тъканите, което също е уникално експериментално достижение (патентовано).

2. Синтезирани са серия вещества, позволяващи защита на триплетните състояния от фотооксидация. Постигната е защита чрез температурно контролирано присъединяване на синглетен кислород към специално синтезирана „опашка“ на разтворителя. Така за първи път е достигната дълго живуща ТТА-UC в незащитена от кислород среда. Постижението е патентовано. Синтезирана е квази твърдотелна матрица, базирана на целулозни нановлакна, в която е осъществена некохерентна ТТА-UC. Постижението е патентовано.
3. Създадени са наносензори, базирани на ТТА-UC чрез които се осъществява едновременно и независимо измерване на температура и кислородно съдържание, приложимо в клетки. Достигнато е минимално инвазивно, напълно-оптично тестване на кислородни концентрации, изменящи се от нормоксия до изразена хипоксия, което е представлява значимо технологично достижение. Достигнато е и локално измерване на температурата с висока чувствителност.

Представените в дисертацията научни постижения представляват съчетание на фундаментални изследвания и тяхната практическа реализация. Постигната е пълна консистентност в научните изследвания в интердисциплинарна област, която изисква дълбоки познания и богат експериментален опит от кандидата.

Дисертацията е написана увлекателно, разкрива логиката на развитие на научните идеи и на последователността на изследванията. Методически материалът е оформен издържано: уводните и заключителните бележки към главите/параграфите на дисертацията улесняват читателя и дават допълнителна информация с методическа насоченост.

6. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки по дисертационния труд и Автореферата.

7. Лични впечатления за кандидата

Имам опосредствани впечатления от кандидата чрез колеги и общи познати през последните 15-тина години. Винаги отзивите и коментарите са били положителни, както по отношение на научна дейност и достижения, така и като личностни качества.

Следя от години публикациите на кандидата и оценявам изключително високо научната му дейност, насочена към решаване на значими фундаментални проблеми и стремежа към практически реализации, решаващи технологични предизвикателства.

8. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, Автореферат и другите материали, и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за **придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“**. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса дисертационен труд, Автореферат и научни трудове.

Давам своята **положителна** оценка на дисертационния труд.

II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на гореизложеното **препоръчвам** на научното жури да присъди **научната степен „доктор на физическите науки“** в професионално направление **Физически науки (Физика на атомите и молекулите)** на Станислав Балушев Балушев.

30.05. 2021 г.

Изготвил рецензията:

проф. д-р Георги Лалев Дянков