

СТАНОВИЩЕ

ОТНОСНО

дисертационен труд за придобиване на научна степен „доктор на науките“
в професионално направление 4.1. Физически науки
по процедура за защита във Физическия факултет
на Софийския университет „Св. Климент Охридски“

Становището е изготвено от **проф. дфзн Николай Витанов Витанов**, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, 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: **доц. д-р Станислав Балушев Балушев**

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът е представил дисертационен труд, автореферат, а така също и справка за изпълнението на задължителните допълнителни изисквания за Физическия факултет от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Софийския университет „Св. Климент Охридски“. Представени са и автобиография, дипломи за магистър и доктор, статии, патенти и помощни таблици.

Представените от кандидата документи по защитата 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), както и на допълнителните завишени изисквания на Физическия факултет.

2. Данни за кандидата

Доц. д-р Балушев завършва магистърското си образование във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ през 1990. През 1998 той придобива образователната и научна степен „доктор“ след защита на дисертация на тема „Фазова модулация

на светлинни снопове. Тъмни пространствени солитони“ пред СНС по Радиофизика, физична и квантова електроника на Висшата атестационна комисия. До 2009 кандидатът е бил асистент и старши асистент в Техническия Университет в София, а също така е работил дълги години в редица елитни германски, австрийски и израелски университети и фирми, както може да се прочете в представената от него информация.

През 2009 печели конкурс за доцент към катедра Оптика и спектроскопия във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, като запазва и позицията си в Max-Planck-Institute for Polymer Research като ръководител на групата по фотофизична химия. През 2014-2015 доц. д-р Балусhev печели стипендия по програмата Мария Кюри на Европейската комисия като старши изследовател.

Следва да отбележа сериозния принос на доц. д-р Балусhev в създаването и утвърждаването на програмите по Оптометрия за студенти – бакалаври и магистри – във Физическия факултет, на които той дълги години е ръководител. Тези програми се утвърдиха като едни от най-търсените и най-успешните във Физическия факултет. Подобни програми при създаването си преди повече от десет години бяха абсолютно непознати и доста далече от традиционните направления, по които се обучаваха студентите. Успехът им се дължи до голяма степен и на енергията, амбицията и натрупания опит при специализациите в чужбина на доц. д-р Балусhev и на другите преподаватели от катедра Оптика и спектроскопия.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Научните интереси на доц. д-р Балусhev са в няколко различни, но свързани области от съвременната атомна, молекулна и оптична физика, както и в някои области от химията и биологията. Те започват от квантовата електроника (създаване и оптимизиране на лазери, преобразуване на честоти и солитони), преминават през физиката на ултразудените атоми (лазерно охлаждане на атоми, кохерентно пленяване на заселеност, кондензат на Бозе-Айнщайн, атомни часовници и др.) и се концентрират върху фотофизиката/фотохимията. Именно в тази последна област са най-значимите изследвания на кандидата, върху които е базиран дисертационният му труд. Съществена част от тези изследвания е извършена в Германия и е финансово обезпечена от 12 големи научни проекта от Сони-Германия, Седма рамкова програма, Хоризонт 2020, ФНИ и др. Изследванията в тази област са довели до 58 научни публикации след 2003 г., цитирани над 2200 пъти според Web of Science. Кандидатът посочва 2463 цитирания на своите публикации без автоцитати и Хирш-индекс 25, които са над средното световно ниво за учен с подобен опит.

Дисертацията е базирана на 21 публикации, публикувани между 2011 и 2018, както и 9 световни патента. Според проверката ми в Web of Science тези публикации са цитирани 719 пъти. Резултатите са представени в 14 устни и постерни доклади на конференции. Кандидатът е посочил още 12 публикации и 3 световни патента по тематиката на дисертацията в реферирани списания, които обаче не са включени в нея.

Научните публикации, на които се основава дисертационният труд, надхвърлят минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и на допълнителните завишени изисквания на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на научната степен „доктор на науките“. Включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност. Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертация и автореферат.

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

Дейността на кандидата в тематиката на дисертацията има подчертан научно-приложен характер, свидетелство за което са 9 световни патента, което вероятно е прецедент за подобни дисертации в България. Кандидатът е посочил и 3 световни патента по тематиката на дисертацията, които не са включени в нея. Тематиката има силно изразен интердисциплинарен характер, обхващащ различни области от физиката, химията и биологията, което също е рядко срещано в България.

Основното явление, което доминира в дисертацията, е *up-conversion* – процес, при който се повишава честотата на фотоните. Този процес е основен метод за генериране на различни честоти в лазерната физика с широко приложение в атомната и молекулната физика, както и във физиката на кондензираната материя. Този процес играе важна роля и в науките за материалите, както и в различни процеси в биологията. Механизмите за този процес са описани достатъчно подробно в началото на дисертацията – част, която може да служи като справочник за студенти и докторанти, а също и за по-опитни учени, които не работят в тази област.

Това, което отличава тази дисертация, е че в нея се разглеждат процесите на *up-conversion* (UC), които не изискват нелинейни процеси, съответно не се нуждаят от големи пикови мощности на лъчението, нито от кохерентни източници. Възможността да се повиши честотата (и следователно енергията) на фотоните при ниски интензитети на некохерентна светлина (каквито са почти всички източници, които ни заобикалят, включително слънчевата светлина) отваря огромен брой възможности за практически приложения. Трябва да се подчертае, че основната цел на представените резултати не е принципната демонстрация на едно или друго явление (*proof of principle*), обикновено в идеализирани лабораторни условия, а детайлното изучаване на явленията в реална среда, позволяващи тяхното директно приложение в практиката.

От моя гледна точка, измежду приносите в тази дисертация особено внимание заслужава преодоляването на редица фундаментални ограничения за процеса на *up-conversion* с използването на процеса на триплет-триплетна аниhilационна *up-conversion* (TTA-UC) в мат-

рица на мека материя. Тя позволява: (i) драстично да се намали (повече от 10^6 пъти) интензитетът на светлината на възбуждане; (ii) да се модифицира спектралната плътност на мощността на възбуждащата светлина, така че да е подобна на тази слънчевата светлина; (iii) да се използва некохерентно лъчение, като слънчевата светлина.

Един от примерите е изучаването на несъответствието между утвърдения модел на закъснялата флуоресценция от р-тип и изследвания в дисертацията процес на ТТА-УС в мека материя (глава 2), както и влиянието на подвижността на молекулите (глава 8), температурата (глави 2 и 12) и съдържанието на кислород (глави 10 и 11). В резултат от тези изследвания кандидатът формулира 4 емпирични правила за подбор на параметрите на синглетните и триплетни енергетични състояния на органични молекули, които гарантират висока ефективност на процеса ТТА-УС в матрица от мека материя (глава 3). В резултат от тези правила са намерени голям брой нови молекулни системи с висока ефективност на процеса ТТА-УС.

Един от основните проблеми, разгледани в дисертацията, е повишаването на ефективността на фотоволтаичните устройства чрез преобразуване на червената и инфрачервената част на спектралния състав на слънчевата светлина в спектрална област, където чувствителността на фотоелементите е максимална (глава 6). Не подлежи на съмнение, че този резултат има много сериозен приложен потенциал.

Намирам за много интересен и важен резултат използването на чувствителността на процесите на УС от температурата за определянето на локалната температура в различни среди с много висока пространствена разделителна способност (глава 2). Тази идея е използвана на практика като молекулите, извършващи процеса на УС, са внедрени в наночастици, чрез които може да се изследва разпределението на температурата в органична материя и живи организми (глава 9) – проблем от огромен практически интерес. Понеже кислородът в живата материя понижава ефективността на честотното преобразуване, в глави 10 и 11 са предложени няколко оригинални решения за редуцирането на този ефект. Те позволяват определянето не само на температурното разпределение в жива материя, но и кислородното съдържание в тестваните среди (глава 12).

Приносителите на доц. Балусhev са обобщени в края на автореферата в осем точки. Те отразяват адекватно съдържанието на дисертацията и постиженията на кандидата. Приносителите могат да бъдат окачествени като обогатяване на съществуващи знания и приложение на научни постижения в практиката. Актуалността и значимостта на резултатите се доказва от многобройните цитирания, международните патенти и участието в голям брой научни конференции с поканени доклади.

5. Критични бележки и препоръки

Дисертацията е в размер на 364 страници и е на английски език, а авторефератът – 149 страници на български. И дисертацията, и авторефератът са богато илюстрирани с фигури

и могат да служат за справочник за въвеждане в тематиката на начинаещи млади учени, както и на учени от други области. С изключение на някои неточности в терминологията в българския текст нямам съществени забележки. Съзнавам колко е трудно за един утвърден учен, който общува и публикува само на английски, да премине на български и затова съм склонен да игнорирам дребните неточности.

6. Лични впечатления за кандидата

Познавам доц. д-р Балусhev от времето, когато като член на СНС на ВАК разглеждахме конкурса за доцент в катедра Оптика и спектроскопия, в който той участваше. Следя научните му публикации, особено тези по ултрастудени атоми, доста по-отдавна. Той е изключително активен и креативен учен, отдаден изцяло на науката. Смело мога да кажа, че той е един от учените, които дават научния облик и високото реноме на Физическия факултет. Радвам се, че той най-после намери време да напише дисертацията си, за която имаше резултати още преди 10 години.

7. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, автореферат и другите материали, и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащите 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 науките“**, както и на завишените изисквания на Физическия факултет. 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, с пълна убеденост **препоръчвам** на научното жури да присъди **научната степен „доктор на науките“** на доц. д-р Станислав Балусhev в професионално направление 4.1. Физически науки.

Изготвил становището:

01.06.2021