

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

за придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“

в професионално направление 4.1 физически науки, Ф и з и к а н а а т о м и т е
и м о л е к у л и т е

по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Рецензията е изготвена от: **Професор Цонко Митев Колев, доктор на химическите науки**, Институт по Молекулярна биология “Румен Цанев”, Българска Академия на науките., в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № .РД..38-148. /15.03.2021г. 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 Балусhev Балусhev

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът . доц. д-р 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 други документи (във вид на служебни бележки и удостоверения от работодател, ръководител на проект, финансираща организация или възложител на проект, референции и отзиви, награди и други подходящи доказателства), покрепящи постиженията на кандидата.

Бележки и коментар по документите.

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

Професионални и биографични данни за кандидата.

Станислав Балусhev Балусhev е роден на 04.05.1965, София, България.

Владе следните езици: български (майчин език), German (fluent), English (fluent), Russian (fluent)

Доц.д-р Станислав Балушев е член на Катедра Оптика и Спектроскопия
Физически Факултет, СУ “Св. Климент Охридски” Джеймс Баучер бул. 5, 1164 София
E-mail: balouche@phys.uni-sofia.bg

<http://optics.phys.uni-sofia.bg/en/staff/stanislav/Group.html>.

Кратки биографични данни

Образование:

Юли, 1990 *M.Sci.* Дипломна работа „*Азотен лазер система генератор - усилвател*“,
Физически Факултет, СУ “Св. Климент Охридски”, София, България:

През октомври, 1998

PhD Дисертация „*Фазова модулация на светлинни снопове. Тъмни пространствени солитони*“, Физически Факултет, СУ “Св. Климент Охридски”, София, България

Юни, 2009 *Хабилитация*

Физически Факултет, СУ “Св. Климент Охридски”, София, България

Заемани позиции в България

Асистент / Старши асистент

Факултет за Германско Инженерно Обучение и Промишлен
Мениджмънт (ФаГИОПМ) при Технически Университет - София,
1000 София, България.

Заемани позиции: в чужбина

Юли, 1989 – Октомври, 1989 *DAAD-Fellowship* R&D Division, Lambda Physik GmbH,
Hans Bökler str 12, 3400 Göttingen, Germany

DAAD-Fellowship Юли, 1997 - Октомври, 1997

Group of Prof. Dr. V. Wellegehausen, *Project: "Vierwellenmischung in Doppel- λ - Konfiguration"*
Institute of Quantum Optics, University of Hannover, Welfengarten 1 A, 5100 Hannover, Germany

Януари, 1998 – Април, 1998

Visiting Scientist / Group of Prof. Dr. L. Windholz

Project: "Phase dependent coherent population trapping" Institute of Experimental Physics, Technical University of Graz, Petergasse 16, A 8010 Graz, Austria.

Ноември, 1998 ÷ Януари, 1999

Visiting Scientist / Group of Prof. Dr. W. Ruppel

Institute of Applied Physics, University of Karlsruhe (TH) Wolfgang-Gaede-Straße 1, 76131 Karlsruhe, Germany Април, 1999 – Март, 2000

Feinberg Fellowship

Visiting Scientist / Group of Prof. Dr. N. Davidson

Project: "Ultrastable master oscillator for Bose-Einstein condensate in Rb" Department of Complex Systems, Weizmann Institute of Science 76100 Rehovot, Israel. Септември, 2000–Октомври, 2001г.

Maria-Curie Fellowship

Visiting Scientist / Group of Prof. Dr. F. Riehle

Project: CAUAC - "Cold Atoms and Ultrastabile Atomic Clocks" Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB) Bundesallee 100 38116 Braunschweig, Germany

Ноември, 2001– Юли, 2009

Leader of the Photophysical Chemistry Group

AK Prof. G. Wegner / AK Prof. K. Landfester Max-Planck-Institute for Polymer Research Ackermannweg 10, 55128 Mainz, Germany.

Декември, 2014–Септември, 2015

Maria-Curie Fellowship

Senior Fellow

FCFP FRIAS COFUND Fellowship Programme (FP7-MCA #609305)

Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS), Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,

Проекти, финансирани от интернационални институции:

Февруари, 2003 - Май, 2009

PI of Grant No 356: "Hybrid Excitons", Max-Planck-Society, Germany

Февруари, 2003 – Юли, 2004

Grant No 13N8165:

OLAS-Project "Thin Layer Laser Diodes", Federal Ministry for Science and Research, Germany

Януари, 2001 – Март, 2005

PI of Grant No 3851:

"All Optical System for Temperature Sensing", SONY International (Europe) GmbH, Germany

Юли, 2007 – Юни, 2008

PI of Grant No 0479

"Temperature measurements in macroscopic objects"

SONY International (Europe) GmbH, Germany.

Февруари, 2007 – Септември, 2008

PI of Grant No 0267

„Photon Up-conversion in organic systems "SONY International (Europe) GmbH, Germany.

Май, 2008 – Април, 2013

PI of Grant No 0483

"Temperature measurements and Photon Up-conversion, continuation" SONY International (Europe) GmbH, Germany Февруари, 2009 – Януари, 2013

PI of 7th FP: Grant No 227127: EPhoCell – Project "Smart light collecting system for the efficiency enhancement of solar cells" Февруари, 2010 – Февруари, 2013

PI of Grant RG 02/2-2010

"Annihilation Assisted Upconversion in Multicomponent Systems: All- Organic, Flexible and transparent Multicolour Display"

Фонд Научни Изследвания, България. Януари, 2014 – Ноември, 2017

Grant DFNI E02/11: SunStore -Project Molecular solar thermal systems, enhanced by annihilation upconversion. Фонд Научни Изследвания, България Ноември, 2016 – Октомври, 2019

PI of Horizon 2020 Grant # 732794: HypoSens-Project Nano-confined photonic system for detection of breast cancer spread to the lymph nodes

H2020-ICT-2016-1 /ICT-29-2016; Photonics KET 2016 Април, 2018- Март, 2021

PI of Grant # 3075 (SONY)-N.I.S., Sofia University

"Chromophores, dyes and their combinations for photonic sensing. Applications for cell analysis and imaging" SONY Europe Ltd., Zweigniederlassung Deutschland Ноември, 2019–Октомври, 2022

PI of Grant КП-06-Н37/15-06.12.19: SunUp – Project Organic solar energy storage systems optimized by annihilation up conversion. Фонд Научни Изследвания, България

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Научните резултати на кандидата, отразени в дисертационния труд са в областта на триплет-триплет аниhilационната up-конверсия. Международното сътрудничество в което участва доц. д-р Балушев е впечатляващо. Горесцитираните изследователски престои в реномирани европейски и израелски институти и университети са допринесли за научното израстване на кандидата но основната причина е неговия талант и трудолюбие.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0742-0687>

h- index (without self-citations): **25**

Times Cited (without self-citations): **2463**

а) научните публикации, включени в дисертационния труд отговарят на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователната и научна степен за придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“

- б) включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност.
- в) няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и Автореферат.

4. Получени национални и/или международни награди, в т.ч. и номинация за такива

1. 2014 – 2015 /*Maria-Curie Fellowship, Senior Fellow* / Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS), Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Germany
2. 2000 – 2001 /*Maria-Curie Fellowship* / Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB) / Germany
3. 1999 – 2000 /*Feinberg Fellowship*/ Department of Complex Systems, Weizmann Institute of Science / Israel
4. 1997 – 1998 / *OeAD-Fellowship* / Institute of Experimental Physics, Technical University of Graz/ Austria
5. 1995 – 1996 / *DAAD-Fellowship* / Institute of Quantum Optics, University of Hannover / Germany
6. 1989 / *DAAD-Fellowship*, / R&D Division, Lambda Physik GmbH / Germany

5. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата

Брой успешно защитили докторанти - 4.

Ръководство и/или участие в национални и международни научни мрежи, проекти и програми.

1. 01.11.2016 - 31.10.2019 / ICT-29-2016, RIA, Horizon 2020, EU/ “*Nano-confined photonic system for detection of breast cancer spread to the lymph nodes*” # 732794 (*HypoSens*) and # 3210 – N.I.S., Sofia University/ **ръководител на проекта**
2. 01.04.2018 - 04.12.2019 / SONY Europe Ltd., Zweigniederlassung Deutschland / “*Chromophores, dyes and their combinations for photonic sensing. Applications for cell analysis and imaging*” # 3075 (SONY)-N.I.S., Sofia University / **ръководител на проекта**
3. **Grant DFNI E02/11** *Molecular solar thermal systems, enhanced by annihilation upconversion* National Science Fund, Bulgaria / **ръководител на работни пакети.**
4. February, 2010 – February, 2013 Grant **RG 02/2-2010**, “*Annihilation Assisted Upconversion in Multicomponent Systems: All-Organic, Flexible and Transparent Multicolour Display*” National Science Fund, Bulgaria/ **ръководител на проекта**
5. February, 2009 – January, 2013 #**227127** “*Smart light collecting system for the efficiency enhancement of solar cells*”, 7th FP: EphotoCell – Project, European Community. **ръководител на проекта от немска страна.** Проектът е създаден на базата на публикация **N14** от приложеният списък
6. May, 2008 – April, 2013 #**0483** “*Temperature measurements and Photon Up-conversion, continuation*” SONY International (Europe) GmbH, Germany

Серии от лекции пред докторантски (3)

1. Stanislav Balouchev, “*Energy Transport in Dense Populated Organic Triplet Ensembles: Non-coherently Excited Annihilation Upconversion*”, *Colloquium FRIAS Research Focus Quantum Transport*, **2015**, Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS), Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Germany,
2. Stanislav Balushev, “*Energy Transport in Dense Populated Organic Triplet Ensembles: Towards Non-invasive Temperature Sensing*”, *Materials and Energy lecture series, Johannes Gutenberg Universität Mainz & Technische Universität Kaiserslautern*, **2015**, Mainz, Germany
3. S. Balushev, *Chalmers Soft Matter Grad School 2013: Unconventional Solar Energy Technologies*, June 24-29, **2013**, Rönning, Sweden:
 - 1) “*Photon Energy Conversion Techniques: Overview*”.
 - 2) “*Sun Spectrum Engineering: Non-coherently Excited Annihilation Upconversion in Multicomponent Organic Systems*”.
 - 3) “*Sun Spectrum Engineering: Limitations, Photon Management and Applicability*”

4) “Non - coherent Annihilation Upconversion in Multicomponent Organic Systems: Asymmetrically Annelated Porphyrin Family”

Руководител на Магистерска Програма Оптометрия

Подготвил курсове лекции за студентите на Магистърската и Бакълавърската Програми по Оптометрия:

1. Вълнова Оптика (45 часа).

2. Взаимодействие на Органичната Материя със Светлина (45 часа).

3. Фотоадаптационни Механизми (45 часа).

За студентите от МП Фотоника

1. Органична Оптоелектроника (45 часа)

Лекционен натоварване – всяка година над 500 часа, съответства на приблизително 2 пълни натоварвания.

Дисертацията отразява изследванията на автора в областта на енергийния транспорт в плътно заселени органични триплетни ансамбли и специално, на процеса на некохерентна аниhilационна *up*-конверсия. Резултатите са получени след 1999 в няколко международни изследователски институции:

- *Institute of Experimental Physics, Technical University Graz, Austria*
- *Department of Complex Systems, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel*
- *Physical Chemistry of Polymers, Max-Planck-Institute for Polymer Research, Mainz Germany*
- *Freiburg Institute for Advanced Studies, (FRIAS), Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Germany*
- *Optics and Spectroscopy Department, Faculty of Physics, Sofia University “Saint Kliment Ohridski”, Sofia, Bulgaria.*

Дисертантът е структурирал представения труд в 12 глави както следва: глава 1.се разглеждат процеси, водещи до фотонна *up*-конверсия. В гл.2 са описани ТТА-UC процеси в матрица от мека материя с висока температура на встъпяване. Тази част от дисертационния труд е написана на 23 страници в автоферата докато в дисертацията описанието е на 51 страници. Процесът на ТТА-UC привлича вниманието му по време на експериментите, провеждани в неговата лаборатория (МПИ- Майнц) в рамките на проекта OLAS 13#8165 (Фундаментални изследвания в областта на органически тънкослойни лазерни диоди финансиран от Федерално Министерство на Образованието и изследванията, Германия.). Доц. д-р Балушев изследва тънки полимерни филми, съставени от PF26/PtOEP с основна цел да се създаде **електрически напомиван** червено излъчващ органичен полупроводников лазер. Оценявам високо тази част от изследванията му ТТА-UC в матрица от мека материя с ниска температура на встъпяване се дискутира в част 3 **Много важна част от изследванията на доц. Балушев е оптимизация на процеса на ТТА-UC чрез модификация на молекулните структури, описани в глава 4.**

В глава 5 са описани органични, гъвкави и прозрачни многоцветни дисплеи, базирани на ТТА-UC. *Up*-конверсия, приложена за DSSC – слънчеви клетки е разгледана в глава 6. Разширяване на IR-границата за кислородна фотосинтеза *чрез* аниhilационна *up*-конверсия описани в част 7, показват, че дисертантът има задълбочен поглед не само във фундаменталните изследвания но и намира практическо приложение на „чистата наука“. В глава 8 е описан и обяснен дифузионно контролираният енергиен транспорт в плътно заселени органични триплетни ансамбли. Оценявам тази част от дисертацията като много важна. Тук физикът доц. Балушев, който притежава висока химическа култура и познания ги използва да обяснение на фундаментални експериментални ограничения наложени на ТТА UC от дифузията. Структурите на типична ТТА-UC двойка: сенсibiliзатор - meso-tetraphenyl-tetrabenzo [2,3] porphyrin palladium (II) (PdTBP); емитер - 3-(4-Tert-butylphenyl)perylene (BPP) и разтворител 1-Phenylhexadecane (PHD) дават основание на автора да обясни високия квантов добив при използване на сенсibiliзатори - металопорфирини и емитери спрегнати ароматни въглеводороди.

Глава 9. е посветена на ТТА-UC във водна среда . Мотивацията на изследването е логична поради факта, че всички жизнени процеси протичат във водна среда. Работата във водна среда има предимството, че образците не стареят. Тази част на дисертационния е свързана с последващите изследвания на живи обекти. Моделната система включва типична ТТА-UC двойка: сенсibiliзатор - meso-tetraphenyl-tetrabenzo [2,3]porphyrin palladium (II) (PdTBP); емитер - 3-(4-Tert-butylphenyl)perylene (BPP) и разтворител 1-Phenylhexadecane (PHD).

ТТА-УС в нано-конфигурирана среда на мека материя е разгледана в десета глава. Мотивацията на изследването е, че движещата сила на процеса на ТТА-УС в мека материя е интер-молекулният трансфер на триплетна енергия, контролиран от ротационната дифузия. От своя страна RD зависи от параметрите на околната среда – локална температура, локална вискозност и наличието на дори много малки количества кислород. В тази глава демонстрирани приложението на техниките на нано-капсулиране с цел минимизиране на влиянието на присъстващия кислород.

Част 11 озаглавена защита на плътно заселените триплетни състояния. В мотивацията си авторът представя различни технологични решения, базирани на приложението на консуматори на синглетен кислород (sacrificial singlet oxygen scavenger, наречени SSOS). Тези молекули реагират (необратимо) със синглетния кислород, и минимализират свободния кислород, който може да участва в окислителните процеси. Той демонстрирано, че тези защитни групи реагират само с кислорода в синглетно състояние, и не реагират с кислорода в основно триплетно състояние. Тази защита става активна само в присъствието на възбудено състояние на сенсбилизатора или външен стимул. Тези изследвания са проведени с помощта на DFNI E 02/11 –SunStore-проект, подпомогнат от Фонд „Научни изследвания“ (ФНИ).

В глава 12 се описват напълно оптично, едновременно и минимално инвазивно тестване на температурата и кислородното съдържание в злокачествени клетки. Главата е написана на 53 страници в дисертацията и мотивацията на автора е, че всички биохимични реакции, отговорни за клетъчните функции са екзотермични или ендотермични, и се осъществяват в органели, експонирани на различно кислородно съдържание и са ко-регулирани от вътреклетъчното температурно разпределение. Неговата цел е да демонстрира за първи път (i) независимо, (ii) вътреклетъчно, (iii) минимално инвазивно и (iv) проведено в реално време T- и O₂-тестване посредством процеса на ТТА-УС в наноканулирана матрица от мека материя с изявена възможност за присъединяване на синглетен кислород. Тази изследвания са подкрепени от Max Planck Institute for Polymer Research, Mainz, Germany и Грант # 732794 “Nano-confined photonic system for detection of breast cancer spread to the lymph nodes”, H2020-ICT-2016-1, Photonics KET: НуроSens –Проект, ЕС.

В дисертацията е направен обстоен анализ на известните методи за измерване на вътреклетъчна температура и съдържание на кислород. Като пример за съществуващите нерешени технологични проблеми, ще цитирам X. Wang, O. S. Wolfbeis, *Chem. Soc. Rev.*, **2014**, 43, 3666-3761. “...the local temperature change is probably the single biggest source of error in optical sensors for oxygen...”. Още повече, че съществуващите методи <http://www.thermofisher.com/order/catalog/product/S36002> интерферират с метаболизма на клетката. Сумирайки доводите, изтъкнати на страници 279-282 от дисертацията, може да се направи заключението, че все още вътреклетъчното, независимо и минимално инвазивно определяне на локалната температура и кислородна концентрация представлява съществен технологичен и научен проблем. Под “минимално инвазивна тестваща процедура” се разбира че: (i) – O₂&T-тестването не променя рН-стойността на клетката; вискозността ѝ; не предизвиква нежелани химически реакции; не интерферира с метаболизма на клетката. (ii) – Критично изискване е измерването да не е еднократно, а да е възможно проследяването в динамичен режим на O₂&T измененията, като следствие на клетъчния отговор на външни въздействия – болестотворни влияния, замърсяване на средата на обитание и лекарства. Комбинирането на технологиите на наноканулирането и процеса на аниhilационна ир-конверсия: A. J. Svagan, D. Busko, Yu. Avlasevich, G. Glasser, **S. Balushev**, and K. Landfester, “Photon Energy Upconverting Nanopaper: A Bioinspired Oxygen Protection Strategy”, *ACS Nano*, **2014**, 8, 8198–8207. **G16**. M. A. Filatov, E. Heinrich, D. Busko, I. Z. Ilieva, K. Landfester and **S. Balushev**, “Reversible oxygen addition on a triplet sensitizer molecule: protection from excited state depopulation” *Phys.Chem.Chem.Phys.*, **2015**, 17, 6501- 6510., позволил създаването на наносензор, който е в състояние да разграничи влиянието на O₂ концентрация, локалната T, и локалната дифузия на O₂. Описано е оптимизирането на материала на ядрото на наносензора и материалните композиции. За всички предварителни експерименти концентрацията на сенсбилизатора е константа, 1.10⁻⁵ M, докато емитерите се променят (a) – 3,10-Bis(4-tert-butylphenyl)perylene, обозначен като Y805; (b) – 3,9(10)-bis(3,5-dimethoxyphenyl) perylene обозначен като Y833; (c) – 3,4,9,10-tetra(butoxycarbonyl) perylene, обозначен като Y921.

ПРИНОСИТЕ на дисертационния труд .са написани на 4 страници и поради изчерпвания лимит от страници няма да се спирам подробно. Искам да подчертая, че съм съгласен напълно.с тях

ПУБЛИКАЦИИ

Научна периодика.- **21 публикации** и напълно отговарят на изискванията на **задължителния списък** по ППЗРАСРБ и Допълнителните изисквания на Физически Факултет към СУ „Св. Климент Охридски“и са публикувани в списания като

Advanced Materials, Appl.Phys. Letters, ChemPhysChem, Physical Review Letters, Angewandte Chemie - International Edition, New Journal of Physics., J. Org. Chem., J. Am. Chem. Soc., Chem. Soc Review и др. Искам да отбележа, че първото списание публикува само нови материали с доказани технологични свойства а публикуването в *Angewandte* от чужденци или смесени екипи е изключително трудно. Останалите списания са също реномирани специализирани международни медии. Искам да обърна внимание на синтезираните фотосенсибилизатори заместени порфирины, комплексирани с паладиеви соли. От гледище на органичния синтез тези съединения са трудно достъпни и синтезирането им изисква много усилия. Добивите са невисоки и като цяло изискват висока химична синтетична култура. Авторът и неговите сътрудници са извършили синтезите но дизайнът на сенсибилизаторите е дело на доц. Балусhev. Внимателният преглед на дисертацията и автореферата ми позволява да смятам, че кандидатът е изграден учен не само във физиката(оптика и спектроскопия) но и учен работещ на интерфейса Физика-Химия. Убедено смятам, че професионалните познания по Химия са допринесли за безспорните успехи в изучаването и използването на триплет триплет аниhilационна *ip*-конверсия . Триплет-триплетната аниhilационна конверсия(ТТА-УС) *ip*-е единственият *ip*-конверсионен метод, демонстриран експериментално да бъде извършван с некохерентна светлина с нисък интензитет – такава като слънчевата светлина Авторът е доказал, че слабо концентрирана слънчева светлина може да генерира ефективна ТТА-УС, позволявайки създаването на редица уникални органични оптоелектронни приложения в науката за материалите, органичните слънчеви клетки , слънчеви горива, и био-изображения *in vitro* при критично намален електромагнитен стрес.

Световни патенти - **9** . Според представените материали съвместната работа със SONY International (Europe) GmbH, Germany има ключов дял за международно признатите патенти – 6 от общо 9 патента. Останалите 3 патента се поддържат от Max Planck Gesellschaft zur Forderung der Wissenschaften EV (PLAC-C). Доклади на конференции- 14 от които 3 са поканени от организаторите на конференциите. Доц. д-р Балусhev е докладвал лично 10 доклада а 4 други са от съавтори.

Цитирани са **332** литературни източника, което е показателно за високата осведоменост на дисертанта.

Подробният анализ на представените в дисертацията научни постижения, показва, че изследванията са насочени фундаменални със силно научно-приложен характер.

Приноси на кандидата:създаване на нови теории, хипотези. Развиване на съществуващи методи.; обогатяване на съществуващи знания и приложение на научни постижения в практиката. Отражение на резултатите на кандидата в трудовете на други автори. Числови показатели – цитати – **2463** са забелязаните цитати до май 2020 г. импакт-фактор – **127,107** и приносът на кандидата в колективни публикации е решаващ, тъй като кандидатът е автор за кореспонденция в 19 от представените 21 публикации.

G1 – 4.2	G6 - 5.009	G11 – 0	G16 - 4.707	G21 - 4.081
G2 - 6.496	G7 – 0	G12 – 4.09	G17 - 4.874	
G3 - 4.591	G8 - 0	G13 – 0	G18 - 39.955	
G4 – 0	G9 - 5.525	G14 - 12.958	G19 - 11.259	
G5 - 3.512	G10 - 0	G15 - 13.646	G20 - 2.204	

IF_{SUMA} = 127,107

Допълнителни

N34 – 11.076	N37 - 2. 287	N40 - 3.595
N34 - 7.328	N38 - 3.994	N41 - 3.595
N36 - 2.287	N39 - 7.412	N42 - 5.723

IF_{SUMA} = 47,297

Пресрелийзи, отбелязани в текста на Дисертацията : глава 3, страница 78

Remark: The publication of the demonstrated experiment got tremendous response: there was a *chain of press releases*, to mention some of them:

- (1) „Partnervermittlung für Photonen“, *Forschung Aktuell*, 4/2006, Max Planck Forschung.
- (2) Michael Schirber, “Tuning the Sun's Rays”, *Physical Review Focus*, 10 October 2006.
- (3) Thorsten Trupke und Peter Würfel, „Blaues Wunder für grünes Licht: Up-conversion von Photonen für effizientere Solarzellen“, *Physik Journal* 5 (2006) Nr. 12
- (4) Jan Oliver Löffken, “Staffelauf der Moleküle”, *Financial Times* (D), 10 September 2006.
- (5) “Upconversion fluorescence achieved through incoherent excitation with sunlight”, *Laser focus World*, December 2006, pp 15.
- (6) Stefan Maier, “Frisiertes Sonnenlicht”, *Spektrum der Wissenschaft*, July 2007, pp.18-19

6. Критични бележки и препоръки

При рецензирането на настоящата дисертация не открих съществени грешки по отношение на: постановка; анализи и обобщения; методично равнище; точност и пълнота на резултатите; литературна осведоменост. Открих само неточности в изписването на някои форми в Автореферата, написан на български език например на стр. 14 в автореферата се използва *glove-box* докато на български се нарича сух бокс. Друга неточност е употребата на немската дума *легиран* докато в БГ език се предпочита английската дума *дотиран*. На стр. 19 е написано *флуоринов* вместо *флуоренов* олигомер. Въпросът ми към кандидата е: Има ли технически или други затруднения за широкото използване на ТТА Up Конверсията в практиката и какви? Всички тези забележки не променят високото ми мнение за качествата на дисертационния труд.

7. Лични впечатления за кандидата

За работата и постиженията на доц. д-р Станислав Балусhev Балусhev научих преди няколко години по време на научен престой в Германия. Колеги от МПИ за полимерни изследвания Майнц ми разказаха за неговия успех в Up-конверсията но лично се запознахме при получаването на материалите по защитата. Предлагам на вашето внимание следните отзиви открити от мен съвсем скоро в *Chem. Soc. Rev.*, 2020, 49, 6529--6554 |

Triplet–triplet annihilation based NIR to Vis at the room temperature anti-Stokes delayed fluorescent molecular system was first reported by Balushev’s research group in 2003, as a sensitizer/annihilator couple film of Pd(II) octaethylporphyrin/polyfluorene showing green to blue TTAUC.10 T to visible molecular photon upconversion Since, Balushev’s report in 2007, NIR to Vis TTA-UC systems have evolved beyond deoxygenated organic solvents to oxygen stable solid state and aqueous environments to realize practical feasibility. for TTA-UC that emerged as a vibrant research field. The first demonstration of room temperature sensitized delayed TTA-UC (Green to blue) was published by Balushev and co-workers, as an approach to increase the efficiency of solar cells.

Balushev’s research group realized the potential of TTA-UC in photovoltaics when Pd(II) octaethylporphyrin (PdOEP)/ diphenylanthracene (DPA) couple showed green to blue UC emission at low

excitation intensity (10 W cm^2) using noncoherent green sunlight Смятам, че това признание е достатъчно за работата и постиженията на доц. д-р Балушев.

Заклучение

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, убедено **препоръчвам** на научното жури да присъди **научната степен „доктор на физическите науки“** в професионално направление .4.1 Физически науки, Физика на атомите и молекулите. на доц. д-р Станислав Балушев Балушев.

20.04.2021 г.

Изготвил рецензията:

(проф. дхн Цонко Колев)