

РЕЦЕНЗИЯ

**на дисертационен труд
за придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“
в професионално направление 4.1 Физически науки (Физика на
кондензираната материя),
по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)**

Рецензията е изготвена от: **проф. дфзн Стоян Христов Русев – СУ «Св. Климент Охридски», Физически факултет**, в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № РД 38-464/27.07.2022 г. на Ректора на Софийския университет.

Тема на дисертационния труд: “Surface photovoltage spectroscopy of semiconductor optoelectronic materials and nanostructures” (“Повърхностна фотоволтаична спектроскопия на полупроводникови оптоелектронни материали и наноструктури”)

Автор на дисертационния труд: доц. д-р Веселин Тодоров Дончев

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът доц. д-р Веселин Тодоров Дончев е представил дисертационен труд на английски език и Автореферат (на български и английски език), а така също и задължителните таблици за Физически факултет от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“. Представени са още и автобиография, копия от дипломите за завършено висше образование и кандидат на науките, декларация за авторство, справка от базата данни Scopus за цитиранията и копия на публикациите, включени в представената дисертация.

Нямам забележки и коментари по представените по защитата документи от кандидата – те напълно 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

След завършване на 9-та Френска езикова гимназия, София Веселин Дончев продължава обучението си във Физически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”, където се дипломира като физик през 1985 г. През 1991 защитава дисертация на тема “Изследване на електрични и оптични свойства на точкови дефекти в галиев арсенид” във Физически факултет на СУ “Св. Климент Охридски” и продължава като физик в катедра Физика на твърдото тяло и микроелектроника. От 1993 г. е старши асистент, 1997-2004 г. - главен асистент и от 2004 г. - доцент в катедра Физика на кондензираната материя. В периода 2010-2013 г. той е администратор в Европейската комисия, Брюксел (Администрация на научни проекти по 7 РП в областта на наноелектрониката и микросистемите). От 2013 г. досега той е втори мандат Ръководител на катедра Физика на Кондензираната Материя и Микроелектроника, Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Научните интереси на доц. Дончев са в областта на електронни и оптични свойства на полупроводникови материали и структури и фотоелектрични и оптични методи за тяхното изследване. В дисертационният труд са отразени неговите резултати от работите му в областта на полупроводниковите оптоелектронни материали и наноструктури и в частност – развитие и усъвършенстване на метода на повърхностна фотоволтаична спектроскопия и използването му за изследване на тези материали и наноструктури.

Общата публикационна активност на кандидата включва 2 глави в книги, 47 статии в научни списания, 38 статии от конференции в научни списания, 44 статии в сборници от конференции и 3 учебни помагала. 82 от тези публикации са отразени в базата данни Scopus, с към момента общо 390 цитирания (без самоцитиранията на автора и неговите съавтори) и h индекс 9.

От тези публикации в дисертационният труд са включени 24 работи, като 15 от тях са в списания с импакт фактор, 6 са доклади на конференции, публикувани в списания с импакт ранг и 3 публикации в други научни списания и са представени 176 цитирания (без самоцитирания на всички автори), като например обзорната статия F2 (включена в дисертацията) е цитирана 109 пъти.

Наукометричните данни на научните постижения на кандидата (според представения от него доказателствен материал), изисквани от ПУРПНСЗАДСУ и Допълнителни изисквания на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ са резюмирани в таблицата по-долу.

Група показатели	Показател	Изисквания за „Доктор на науките“ съгласно ПУРПНСЗАДСУ-ФЗФ	Представен доказателствен материал от дисертанта
А	1	50 т.	50 т.
Б	2	100 т.	Представеният дисертационен труд
В	3, 4	-	335 т.
Г	5..10	Минимум 100 т. от показатели от 5 до 10	400 т.
Д	11	Минимум 100 цитирания (т.е. минимум 200 т.)	352 т.
Е	12..20		Ръководство на 1 успешно защитил докторант – 50 т.
Допълнителни изисквания на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“		Брой публикации от група I през последните 3 години	3 публикации
		Публикации от група I в групи от показатели В и Г включени в дисертацията - минимум 14 публикации	15 публикации от група I
		Брой публикации в групи от показатели В и Г със съществен принос на кандидата – минимум 9	14 публикации със съществен принос на кандидата
		Златни публикации	3 публикации
		h фактор – минимум 6	h фактор - 9

Както се вижда от представените данни, всички минимални национални изисквания, както и тези на Софийския университет и допълнителните изисквания на Физически факултет, са изпълнени, а по повечето показатели и значително надвишени. Това ми позво-

лява да констатирам, че научните публикации, включени в дисертационния труд, отговарят на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и на допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на научна степен „доктор на физическите науки“ в професионално направление 4.1 Физически науки (Физика на кондензираната материя).

Включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научното звание „доктор“ и академичната длъжност „доцент“ на кандидата.

За мен няма съмнение, че включените в дисертационния труд научни публикации са лично дело на автора и неговите съавтори - няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и Автореферат.

4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата

Преподавателската дейност на кандидата е свързана с лекции и водене на упражнения в бакалавърска и магистърска степен на обучение във Физически факултет. Той води лекции по Механика, Молекулна физика (от 2004 г.) и Оптикоелектронни прибори (от 2020 г.) за бакалаври, Наноструктурни материали и прибори за информационните технологии и Физични основи на оптоелектрониката в магистърска програма „Микроелектроника и информационни технологии (от 2004 г.). Ръководител е на Лабораторията по електричество и магнетизъм, Физически факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“. Бил е научен ръководител на 6 и консултант на 4 дипломанти, консултант на 2 докторанти и научен ръководител на 1 защитил и 1 текущ докторант.

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

Представените в дисертацията научни постижения са в три взаимносвързани направления - проектиране, изграждане и усъвършенстване на експериментална установка за Повърхностна фотоволтаична спектроскопия (SPS); разработване на нови подходи за извличане на информация от спектрите на повърхностно фотонапрежение (SPV спектрите); прилагане на разработените апаратура и методология за изследване на различни материали и наноструктури за оптоелектрониката и фотоволтаиката.

Дисертацията е представена на английски език и включва увод, четири глави, основни резултати и приноси, списък на публикациите, включени в дисертационния труд и

библиографска справка с литературни източници. Авторефератът (представен на български и английски език) отразява вярно и точно основните моменти в дисертацията.

Първата глава е обзорна и в нея се разглежда методът на повърхностна фотоволтаична спектроскопия (SPS), както и основна информация за полупроводниковите наноструктури и материали, предмет на изследване от автора.

Глава 2 описва експерименталните детайли на SPS апаратурата, разработена и използвана от автора и по-специално - режима на работа с нахъсана светлина с използване на MIS (метал-изолатор-полупроводник) структура с възможност за работа в широк спектрален диапазон (450-1800 nm). При конструирането и усъвършенстването на експерименталната установка специално внимание е отделено на намаляване и компенсиране на влиянието на паразитните капацитети. За целта е направен изчерпателен теоретичен анализ и въз основа на него според мен е използвано оптималното схемотехническо решение за връзката между образеца и стандартната апаратура (синхронен усилвател). Това е особено важно за поставената от автора цел – измерване не само на стандартно използваните в SPS метода амплитудни, но и на фазовите спектри. Тук са и приносите на автора, отразени в тази глава - принципно изясняване на въпроса каква допълнителна информация носи фазата, а именно:

- Фазата на SPV сигнала е свързана с посоката на огъване на енергетичните зони и тази информация е локална – т.е. от точката на генериране на сигнала.
- SPV фазата е свързана и със скоростта на генерация на свободни носители. Анализирано е съвместното влияние на тези два фактора – първоначалното огъване на зоните и скоростта на генерация.
- За повече от един процес на SPV генерация (например в многослойни структури) е предложен векторен модел на SPV сигнала, който улеснява комбинирания анализ на амплитудните и фазовите спектри.
- За практическото използване на фазовите спектри е важна добре дефинирана нулева стойност на SPV фазата и от автора е предложена и използвана в експериментите процедура за нейното определяне.
- Дискутирана е връзката между фазовото отместване и коефициента на оптично поглъщане и плътността на фотонния поток. Както авторът сам отбелязва, тази качествена дискусия, макар и много полезна за интерпретация на резултатите, е необходимо да бъде допълнена в бъдеща работа с количествено описание и/или числени симулации на процесите на генериране на SPV сигнала.

Следващите две глави от дисертацията представят оригинални резултати от изследванията на автора на различни материали и наноструктури с използване на SPS техниката. Тези резултати са интересни не само сами за себе си, но и като илюстрация на използването на SPS метода и на предложените в глава 2 начини за използване на фазата на сигнала като допълнителен информационен канал.

Глава 3 е посветена на SPS изследвания на наноструктури за оптоелектронни приложения. Първата група структури са AlAs/GaAs свръхрешетки с вградени квантови ями от GaAs получени с молекулярно-лъчева епитаксия. Представени са едни от първите изследвания на такива структури с SPS, като са измерени амплитудните и фазовите SPV спектри и те са сравнени с фотолуминисцентните спектри и числени пресмятания. Енергиите на екситонни преходи, определени от SPS, са в много добро съответствие със стойностите, получени от фотолуминесценция и числените пресмятания, които позволяват да се оцени и степента на интерфейсно размиване. Получените оригинални резултати са докладвани в статии F2, F4 – F6 и O1 (тук и по-долу - по номерацията от представения от автора списък със статии, включени в дисертацията).

Структурите с квантови чертички и квантови точки в квантови ями са широко изследвани във връзка с приложението им в оптоелектрониката за излъчватели и детектори на светлина. Важен въпрос при излъчвателите е контролът на дължината на вълната на излъчване (например на оптималните диапазони за телекомуникации). В дисертацията са представени оригинални резултати [F3, R1 и R2] от SPS изследвания на интердифузни InAs/InGaAlAs структури с квантови чертички в квантови ями за излъчватели на светлина. Показано е, че настройка на дължината на вълната на излъчване към оптималната стойност за телекомуникационни влакна 1.55 μm може да се осъществи чрез размиването на интерфейсите, получено чрез две различни техники - бързо термично отгряване и бомбардиране с азотни йони. Други изследвани с SPS структури са InAs квантови точки в квантови ями за инфрачервени фотодетектори [F9]. Тук успешно е използван векторният модел за обяснение на особеностите в SPS спектрите и за извличане на информация за различни насложени SPV сигнали. Накрая в тази глава са представени резултатите [F7–F8] от SPS изследвания на многослойни структури с InP/GaAs тип-II квантови точки, интересни с пространственото разделяне на двата типа токоносители.

Глава 4 е посветена на SPS изследвания на две групи материали за фотоволтаиката - силициеви наножици, приготвени чрез химическо ецване подпомогнато от метал и разредени нитриди на основата на GaAs. Силициевите наножици са интересни за покрития на c-Si слънчеви клетки с цел намаляване на отражението, но имат недостатък – висока скорост на рекомбинация на носители поради голямото отношение повърхност/обем.

Тук успешно е демонстрирано [F10] използването на SPS техниката за оценка на ефективността на химическото третиране за намаляване на рекомбинационните центрове върху наножичките. Разредените нитриди на основата на GaAs са интересни за фотоволтаиката с възможността за осигуряване на регулируеми забранени зони в многопреходни слънчеви клетки. Изследванията тук [F11-F15, R3-R6] отново демонстрират възможностите на SPS техниката и са едни от първите, в които тя е приложена за изследване на InGaAsSbN и GaAsSbN структури, получени чрез епитаксия от течна фаза. Получена е важна нова информация относно свойствата на тези структури.

Научните и научно-приложните приноси на кандидата могат да се определят като развитие и подобряване на експериментален метод и обогатяване на съществуващи знания с възможност за приложение на тези научни постижения в практиката. Както личи от наукометричните показатели, разгледани по-горе, резултатите на кандидата намират широко отражение в трудовете на други автори.

От 24-те работи, включени в дисертацията, доц. Дончев е първи автор в 12 от тях, във всички останали – втори автор, като в 5 от тях първи автор е негов докторант. Считам, че личният принос на доц. Дончев в получените резултати и водещото му участие в тяхното получаване са неоспорими.

6. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки и препоръки.

7. Лични впечатления за кандидата

С доц. Дончев се познаваме като колеги във Физически факултет от две близки по научна тематика катедри, обединени през 2019 г. в една катедра, на която той е ръководител и в момента. Впечатленията ми са отлични - той е ерудиран колега с високо чувство за отговорност както в научната, така и в преподавателската и административната работа. Умее да работи, организира и води работата в екип.

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 4.1 Физически науки (Физика на кондензираната материя), на **доц. д-р Веселин Тодоров Дончев**.

16.09.2022 г.

Изготвил рецензията:

(проф. дфзн Стоян Русев)