

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент”
по професионално направление 4.1 “Физически науки” (специалност “Физика на
кондензираната материя”) съгласно обявата в ДВ, брой 64 от 16.08.2016 г.

КАНДИДАТ: Благой Спасов Благоев, доктор

РЕЦЕНЗЕНТ: Кирил Асенов Крежов, доктор, доктор на науките (физика), професор

1. Относно конкурса и кандидата

Доктор Благой Спасов Благоев, роден през 1977 г., е единствен кандидат в конкурса, който е обявен за нуждите на направление „Нискотемпературна физика” на ИФТТ. Кандидатът е представил необходимите документи за заемане на академичната длъжност „доцент” по чл. 24 от Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСБ) и чл. 53 от Правилника за прилагане на ЗРАСБ, както и Правилниците на БАН и на ИФТТ. Придобил е степен магистър от Физ. Факултет на СУ „Кл. Охридски” през 2000 г. Същата година започва работа на длъжност физик – технолог във фирма „Силуей семикондактърс” и поради нейното закриване приема назначение през 2002 г. като физик в лаборатория „Свръхпроводимост и криоелектроника” на Института по електроника (ИЕ), където е избран за асистент (2007 г.) и Главен асистент (2010 г.). Бил е на редица краткосрочни специализации в Полша, Словакия и Китай. Част от тях са реализирани след назначаването му в началото на 2015 г. до м. ноември 2016 г. като постдок по проект ИНЕРА на ИФТТ. Образователната и научна степен „доктор” е дадена на Бл. Благоев през 2009г. от Висшата атестационна комисия след успешна защита на дисертация на тема „Магнетронно разпръскване и характеризиране на нанослоеви и хетероструктури от ВТСИ YBCO и Sr/Ca легирани лантанови манганати” като редовен докторант в ИЕ-БАН по специалност „Радиофизика и физическа електроника” под ръководството на проф. дфзн Тимур Нургалиев.

2. Общо описание на представените материали

За участие в конкурса доктор Благой Благоев е представил 54 научни трудове. Трудовете са по темата на конкурса и ги приемам за рецензиране. Авторефератът на докторската дисертация е представен в документите по конкурса без да е включен в съпровождащия списък на трудовете по конкурса. Приложен е списък на устни и постерни доклади, според който изследванията с участието на кандидата са представени в 31 международни и национални научни конференции и школи.

От представените 54 трудове 42 са публикувани в специализирани международни научни издания с ИФ или ИР, от които 23 са статии в списания [*Phys.Rev*(1), *J. Alloys and Compounds*(1), *J.Magn.Magn.Mat.*(1), *Thin Solid Films*(1), *Vacuum*(1), *physica status solidi (c): Current topics in solid state physics*(1), *Physica C: Superconductivity and its Applications*(2), *Central Eur.J.Phys.*(1), *Phil.Mag.Letters*(1), *J. Supercond&Novel Magnetism*(2), *Acta Phys. PolonicaA*(3), *J.Biol.Phys.*(1), *Mod.Phys.Letters*(1), *Phys.Chem.Glasses:Eur.J.Glass Sci. Technol.B*(1), *JOAM* (3), *Bull. Russ.Acad.Sci.:Physics* (1)], а 19 са доклади в пълен текст публикувани в *J. Phys.:Conf.Series*(18) и в *AIP Conf. Proc.*(1). Другите 12 трудове са публикувани в реферирани списания (БФЖ-2) и сборници доклади на конференции (10) без импакт фактор като 6 от тях са в поредицата “Нанонаука и Нанотехнология” (том 4(2бр.),5,7,9 и 10) включваща интересни съобщения с актуален научен и/или приложен приносен характер по време на традиционната вече конференция у нас в тази област.

Всички представени по конкурса трудове са колективни. Не е представен разделителен протокол на приносите и затова приемам, че приносите на съавторите са равностойни. Все пак в **9** от трудовете кандидатът е първи автор, което създава представа за негово водещо участие в съответните изследвания.

3. Публикационна активност преди и след получаване на научна степен

Дисертацията за степен „доктор” е изградена върху **12** публикации, които сега също са представени в трудовете на кандидата по конкурса. Затова тези трудове не се обсъждат подробно в настоящата рецензия, но те са обхванати в дадената по-долу обща характеристика на всички публикации, представени по конкурса. Извън дисертацията си кандидатът има **42** публикации, по-голямата част от които са в списания с импакт фактор (ИФ) или импакт ранк (ИР).

4. Обща характеристика на дейността на кандидата

Научната и научно-приложна дейност на доктор Бл. Благоев е в областта на експерименталната физика и материалознанието. В голяма част от трудовете са изпълнени и обсъждани комплексни експериментални изследвания, при които съществено място заема определянето главно на магнитни, електрични и оптични свойства на изучаваните обекти и търсене на връзката близка и /или далечна атомна подредба – физични свойства. В тази връзка са разработвани, прилагани и оптимизирани технологии за наноструктуриране на оксидни и метални тънки слоеве и композитни хетероструктури, както и на методи за експерименталното изучаване на проникването на нискочестотни и микровълнови полета в тънки слоеве оксидни високотемпературни свръхпроводници (ВТСП) и легирани манганити, включително в изготвени на тяхна основа хетероструктури. Така, почти всички изучавани ВТСП $Y_1Ba_2Cu_3O_x$ (YBCO) и манганитни $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ (LSMO) тънки слоеве, както и слоеви структури $La_{1-x}Sr_xMnO_3/Y_1Ba_2Cu_3O_x$ (LSMO/YBCO) са изготвени в ИЕ-БАН с участието на кандидата посредством правотоково и радиочестотно магнетронно разпрашване

Значителна част от експерименталните данни са получени с изработени измервателни глави и устройства в лаборатория „Свръхпроводимост и криоелектроника” на ИЕ-БАН под ръководството на проф. Т. Нургалиев. Това са устройства за измерване на критичните, електромагнитните и микровълновите параметри на ВТСП тънки слоеве и обемни ВТСП материали, тънкослойни ВТСП/ферит структури, а също и настройваеми резонатори ВТСП/ферит и ВТСП/фероелектрик. В редица статии тези данни са допълнени с резултати получени на подходяща апаратура в чужбина за измервания на физични свойства в магнитни полета.

Нов тласък в повишаване на квалификацията на кандидата в областта на синтеза на твърдофазни материали и разнообразяване на изучаваните обекти е усвояването на работата с апаратурата за послойно атомно отлагане TFS 200 (фирма Veeco, Финландия), закупена от ИФТТ по проекта ИНЕРА. Доминираща особеност при избора на тематиката на тази дейност и конкретните решавани задачи е приложният характер и насоченост на очакваните резултати за създаване на нови материали и компоненти с приложение в акустоелектрониката, екологията (катализатори за газови сензори), електродни материали за батерии и горивни клетки, фотоволтаични преобразуватели и функционални елементи в спинтрониката, опто- и наноелектрониката.

Представените изследвания могат да се отнесат до няколко области: нискочестотни и микровълнови свойства на ВТСП, микровълнови свойства и резонансни явления във феромагнетици (ФМ), електрически и микровълнови свойства на тънкослойни структури от типа ВТСП/феромагнитен манганит. Във феромагнитно състояние някои

представители на легирани манганити, какъвто е $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ (LSMO), се характеризират с почти 100% поляризация на спина на зарядоносителите. Хетероструктури с редуващи се ВТСП и манганитни слоеве могат да бъдат отложени в едни и същи инсталации и при сходни технологични условия. Такива „свръхпроводящо - магнитни“ структури представляват нови обекти с оригинални свойства, интересни за фундаменталната физика и с голям потенциал за приложения в спинтрониката и наноелектрониката. Анализирани са електромагнитният отклик на изследваните материали и структури и е получавана информация за техните физически параметри, която представлява интерес при решаване на фундаментални и приложни задачи.

Обещаващи резултати за бъдещи индустриални и екологични приложения са получени при формиране на тънки и свръхтънки слоеве аморфен Al_2O_3 , поликристален ZnO , ZnO легиран с Al_2O_3 , $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ наноламинати, Ni-O , Co-O , Fe-O и AlN чрез атомно послойно отлагане посредством апаратурата TFS 200.

Педагогическата дейност на кандидата включва ръководство на 1 дипломант придобил степен бакалавър в Химико-технологичния и Металургичен Университет (ХТМУ), обучение и ръководство в качеството на ментор от ИЕ-БАН на 10 студенти (ХТМУ - 2 и Технически Университет (ТУ-София) - 8) при провеждане на специализирани занятия с използване на лабораторната база на ИЕ по тема „Свръхпроводящи и магнитни нанослоеви и хетероструктури. Спинтроника“ в рамките на Проект на МОНМ „Студентски практики“ финансиран по Оперативната програма „Човешки Ресурси“ в периода 2013-2014 г.

Кандидатът има редица участия в договори и проекти. Бил е ръководител на договор по ЕБР между БАН (ИЕ) и Китайската академия на науките (Институт по керамика, Шанхай). Участвал е в проекти, финансирани изцяло от фонд „Научни изследвания“ на МОНМ (4 бр.), руската програмa ИНТАС(1) и програмата на НАТО „Наука за Мир“, както и проекти на ИЕ, съфинансирани по ЕБР-БАН, с институти в Русия (2), Словакия (2), Полша (2) и Германия (1).

По сведения на кандидата тематиката на изследванията и резултатите с негово участие са представени чрез **43** постерни и **8** устни презентации на 31 международни и национални научни форуми, при което кандидатът лично е подготвил и представил **22** постера и е изнесъл устно **4** доклада.

5. Основни научни и научно-приложни приноси

Получените нови научни и приложни резултати са в областта на магнетизма, технологиите (вкл. нанотехнологиите), високотемпературната свръхпроводимост, микровълновата физика и техника. *Прави впечатление широкият спектър от проблеми с различна тематична насоченост и от различни научни направления.*

В авторската справка кандидатът е направил внимателен анализ на трудовете относно научните резултати с характер на приноси, с който принципно съм съгласен.

Относно научно-приложните резултати ще се ограничи върху коментиранияте подолу, които могат да бъдат оценени по следния начин:

- доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези

Разработена и приложена е методика за безконтактно изследване на влиянието на процеса на спин-инжекция върху свръхпроводящите свойства на структури от типа високотемпературен свръхпроводник/ферромагнетик (ВТСП/ФМ) с използване на променливо магнитно поле [A9, A15, B10, F9]. Възможността за такива изследвания е

обоснована в резултат на анализа на свойствата на ВТСП тънкослоен образец с форма на пръстен по отношение на променлив (AC) свръхток, индуциран от външно магнитно поле, като в пръстена се инжектира и постоянен (DC) ток, влияещ на критичната плътност на тока на ВТСП. Суперпозицията на AC и DC токовете и разрушаването на Куперовите двойки може да предизвика намаляване на критичната плътност на тока в свръхпроводника и е показано, че това изменение може да бъде регистрирано безконтактно. Методиката успешно е реализирана за изследване на ВТСП $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) тънкослойни образци с ВТСП YBCO или манганитен $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ (LSMO) електроди за инжекция. Показано е, че критичният ток на образец с LSMO електрод (характеризиращ се с около 100% спинова поляризация на носителите на заряд) е по-чувствителен към процеса на инжекция и изменението на критичния ток, обусловено от двата процеса, е измерено по безконтактния метод. Установено е също [A15], че спин-поляризираният ток, инжектиран от ФМ LSMO във ВТСП/LSMO микроленгов резонатор, влияе върху качествения фактор Q и резонансните честоти за първа и втора резонансни моди, което има потенциал за създаване на свръхпроводими пренастройваеми микровълнови прибори.

- създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии

Създаване и характеризация на YBCO и LSMO нанослоеви и слоеви структури, изготвени върху различни участъци на една и съща подложка. Правотоково и радиочестотно магнетронно разпрашване са приложени за отлагане на ВТСП YBCO и ФМ LSMO нанослоеви и дву- и трислойни структури в различни участъци на една и съща подложка [B9]. Изследвани са магнитните [E2, F8] и електрическите характеристики [B7]. Процедурата е позволила получаване на слоеви структури върху подложка от сапфир Al_2O_3 , при които критичната температура на YBCO компонентата е не по-малко от 84 К. Слоевете са поликристални, проявяват феромагнетизъм и се характеризират с оригинална температурна зависимост на съпротивлението, която има полупроводников характер при $50K < T < 170K$ и метален характер при $T < 50K$ и $T > 170K$. Горният YBCO слой води до драстично изменение на температурната зависимост на съпротивлението. Високата чувствителност на съпротивлението към температурата и към магнитното поле прави тези структури перспективни за създаване на сензорни елементи.

- получаване и доказване на нови факти

Изяснени са възможностите и са оптимизирани процедури за изготвяне върху различни подложки на свръхпроводими и слоеви структури, и въз основа на определяне на електрическите и магнитните свойства на тези обекти са направени заключения за възможни приложения в практиката (A4, A5, A9-A17, A19, B6-B17, D7-D10, F8-15). Например, при изследване на температурната зависимост на магнитния момент на епитаксиален LSMO тънък слой и тънкослойна YBCO/LSMO структура, охладени в присъствие (FC) или в отсъствие (ZFC) на външно магнитно поле са установени особености в хода на двете криви, обусловени от феромагнитния преход, който се наблюдава при температурата на Кюри T_{Curie} , от свръхпроводящия преход настъпващ при критичната температура T_C и от температурата на обратимостта T_{irr} , при която се наблюдава съединение на FC и ZFC "клонове" на тези зависимости. Разликата между FC и ZFC кривите предполага съществуването на състояние близко до спиново стъкло или спинови кълъстери в LSMO системата. Заради голямата стойност на остатъчното намагнитване и ниски стойности на коерцитивното поле YBCO/LSMO структури са с потенциал за магнитно копиране на информация.

С различни експериментални методи (XRD, Раманова спектроскопия, SEM, TEM и магнитни измервания) са характеризирани желязо-съдържащи проби синтезирани от бактерии *Leptothrix*, отглеждани в различни хранителни среди (A19, B17, D10). Установено е наличие на лепидкродит (γ -FeOOH), магнетит (Fe_3O_4) и гьотит (α -FeOOH) като средният

размер на всички желязо-съдържащи частици е под 30 nm, което дава предпоставка за разработването на нови наноструктурирани елементи за екологични приложения на базата на биогенни железни оксиди

В тази връзка считам, че тъй като и други резултати на Бл. Благоев и съавтори определено представляват технологичен интерес, има голяма вероятност те да са били забелязани и вземани пред вид в практиката, без да е направено достойствие за това в общодостъпната литература.

6. Отражение на публикациите на кандидата в нашата и чуждестранна литература

Резултатите в публикациите на доктор Бл. Благоев са известни на специалистите. Представеният списък на **61** независими цитирания на публикуваните резултати в **19** публикации с участието на кандидата свидетелства за полезния ефект от научните му достижения. Откроява се интересът към три ранни статии на кандидата - относно магнитотранспортните свойства на тънки слоеве $\text{Ln}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{O}_3$ отложени върху ориентирана монокристална подложка (100) LaAlO_3 публикувани в *Phys.Rev.B72* 134414 (2005)8 стр. (**15** пъти), върху структурните изменения след бързо температурно отгряване в тънки слоеве CeO_2 отложени чрез радиочестотно магнетронно разпрашване върху ориентирана монокристална подложка n-тип (100)Si пластина в *Thin Solid Films* 515(2007) 8078-8081 (**17**) и относно микровълновите загуби във феромагнитни тънки LSMO филми в *JOAM* 10 (2)(2008) 273-276 (**4**); **35** от цитатите са разпределени между други 15 статии (**1-3** пъти).

7. Критични бележки на рецензента по представените трудове

Особени критични бележки по същество към представените трудове нямам. На фона на впечатлението ми за прецизност на кандидата недоумение оставят някои пропуски. От кандидата очаквах:

- да отдели нужното внимание и да бъде по-прецизен при категоризирането на материалите по съответните раздели в представените списъци на публикациите;

- да приложи копия поне на някои от цитатите по същество;

- да включи в материалите по конкурса доказателства в подкрепа на сведенията за представяне на резултатите от изследванията с негово участие в научни форуми.

Ще отбележа също, че само в част от представените публикации се дава достатъчно подробна информация за методи за определяне на дебелината, морфологията и качеството на слоевете, съдържанието и разпределението на примеси в тях и т.н.

8. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Личните ми впечатления са много добри. Кандидатът безспорно е желан участник в изследователската работа по проекти и договори и нямам съмнения за неговия съществен принос към интерпретацията на експерименталните данни в представените научни трудове, особено на получени с неговото дейно участие резултати в областта на магнетизма и свръхпроводимостта. Познавам кандидата отдавна, но по-отблизо се запознах с неговите качества и възможности на експериментатор по време на работата му като участник в ръководения от мен договор ДО-02-224 с ФНИ-МОНМ и оценявам високо неговите експериментални умения за получаване на надеждни данни за електричните и магнитните характеристики на прахови образци и слоеве, включително наноструктурирани обекти. За професионалното израстване на кандидата, според моите наблюдения и констатации, съществен принос имат командировките му в Международната лаборатория по силни магнитни полета и ниски температури и в Института по ниски температури и структурни изследвания в гр. Вроцлав, съфинансирани

по спогодбата на БАН с Полската академия на науките (ПАН) БАН-ПАН и/или по договор ДО-02-224 с ФНИ-МОНМ.

9. Обща преценка

Представените по процедурата документи ми дават основание да считам, че количествените и качествени показатели на критериите за заемане на академичната длъжност „доцент” в ИФТТ са надхвърлени значително. Научните трудове и съдържащите се в тях научни и приложни резултати са достойни на научната общност и са получили признание за новост и полза. Дадени са технологични решения за получаване на качествени слоеве с оптимизирана морфология и желани магнитни и други физични характеристики с отчитане на структурата и ориентацията на подложката. Кандидатът е специалист с висока квалификация и с приноси в актуалните направления свръхпроводимост и спинтроника

10. Мотивирано и ясно формулирано заключение

Въз основа на запознаването ми с представените по конкурса материали, положителната ми оценка на резултатите в научните трудове и на тяхната значимост и признание, убедено препоръчвам на почитаемото Научно жури да предложи на Научния съвет на Института по Физика на Твърдото Тяло при БАН доктор Благой Спасов Благоев да заеме академичната длъжност “доцент” по професионално направление 4.1 “Физически науки”.

05.01.2017 г.

Рецензент:

/проф. дфн Кирил Асенов Крежов/