

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“ обявен от ИФТТ-БАН в ДВ №13 от 16.02.2021 г. в професионално направление 4.1. „Физически науки“ научна специалност „Физика на кондензираната материя“

Кандидат: Димитър Захариев Димитров, доктор, доцент в ИФТТ-БАН

Рецензент: Никола Георгиев Малиновски, дхн, професор в ИОМТ-БАН

1. Общо описание на представените материали

(Цитираните по-долу показатели и квартали са дефинирани в Правилника за прилагане на ЗРАС РБ, Професионално направление 4.1, Таблици 1 и 2)

В конкурса за акад. длъжност „професор“ за нуждите на лаборатория „Физика на материалите и ниските температури“ към ИФТТ-БАН единствен кандидат е доц. д-р Димитър Захариев Димитров.

Представените от кандидата материали по конкурса включват всички изисквани според ЗРАСРБ документи.

Кандидатът доц. Димитров е доктор от 1990 г. и доцент от 2013 г. В конкурса кандидатът участва общо с 34 научни публикации в реферирани международни издания и два патента, като 7 от публикациите са от хабилитационния труд към показател В4 и 27 публикации и два патента към показател Г7. В хабилитационния труд (към показател В4) са включени 3 публикации с квартил Q1, 3 публикации с Q2, и една със SJR. Публикациите извън хабилитационния труд към показател Г7 са общо 29. В реферирани международни издания са 26 публикации, включващи 7 публикации с квартил Q1, 3 с квартил Q2, 4 с квартил Q4, и 11 публикации в списания с импакт-ранг. Към показател Г7 са включени и два патента и една публикация в пълен текст от сборник на конференция. Публикациите, с които се кандидатства в конкурса за академичната длъжност „професор“, са излезли от печат през периода 2013–2021 г. Всички научни трудове, представени в показатели В4 и Г7, са публикувани след защитата на дисертацията за „доктор“ и конкурса за „доцент“ и не са включени в базата данни на НАЦИД, за покриване на минималните национални изисквания за заеманата от д-р Димитров академична длъжност „доцент“.

Представен е списък с 214 независими цитирания. Списъкът с доклади на конференции включва 68 доклада (57 на международни конференции и симпозиуми и 11 на

национални, от които 6 пленарни и 14 устни доклада. Доц. Димитров е бил/е ръководител на 4 национални научни проекта и на български екип в един международен научен проект. Има доказателства за участие в 4 научни проекта с международно и/или смесено финансиране като инфраструктурният проект на ИФТТ ИНЕРА (2013-2017 г.) по 7-ма рамкова програма на ЕК, проекта BG05M2OP001-1.001-0008 „Национален център по мехатроника и чисти технологии“ (2018-2023), EU HORIZON 2020 “Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology” ТОСНА H2020-FETPROACT-01-2018, Grant Agreement 824140 (2019-2023) както и за участие в 7 проекта финансирани от Фонд „Научни изследвания“. Привлечените средства по проекти, ръководени от доц. Димитров са ~280 000 лв.

От представените от кандидата доц. д-р Димитров материали и наукометрични данни, с които се кандидатства за академична длъжност „професор“, приемам за рецензиране следните наукометрични данни:

Показател А: Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ - 50 точки

Показател В (4): Хабилизационен труд/публикации –145 точки

Показател Г (от 5 до 10): - 443 точки (Г 7 научни публикации извън хабилизационния труд - 393 точки, Г 9 изобретение, патент или полезен модел-50 точки)

Показател Д: Цитирания –214 точки,

Група показатели Е (от 12 до 20): 345.8 точки

E14 Участие в национален научен или образователен проект - 40 точки

E15 Участие в международен научен или образователен проект - 120 точки

E16 Ръководство на национален научен или образователен проект-80 точки

E17 Ръководство на българския екип в международен научен или образователен проект-50 точки

E18 Привлечени средства по проекти, ръководени от кандидата-55.8 точки

2. Публикации преди и след получаване на научната степен. Оценка дали кандидатът отговаря на минималните национални изисквания и изискванията в ЗРАС-ИФТТ съгласно приложената таблица.

Защитената през 1989 г. дисертация на тема "Синтез и изследване на среди за оптичен запис на информация" е написана на основата на 2 публикации с импакт фактор.

Съгласно базата данни на НАЦИД активите за “доцент” на доц. Димитров обхващат периода 1993-2013 г. Към група Б4 (хабилизационен труд) кандидатът е включил 4 публикации в реферирани международни публикации с импакт фактор. Публикациите

извън хабилитационната работа са общо 8 статии в реферирани международни списания, 2 публикации в списания с импакт ранк и 2 патента. По показател Д11 точките от цитирания са 72. Общият брой точки е 472.

Представените материали от доц. д-р Димитър Димитров и анализирани по-горе наукометрични показатели не повтарят научните резултати и публикации, включени в докторската дисертация и при конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент“. Броят точки по показателите от Таблица 3 отговаря и дори надвишава значително националните минимални изисквания за заемане на академична длъжност "Професор", заложи в Закона за Развитие на Академичния Състав в РБ (ЗРАСРБ) и правилника за неговото прилагане, както и критериите на ИФТТ-БАН.

3. Обща характеристика на научната, научно-приложната и педагогическа дейност на кандидата;

Научната и научно-приложната дейност на кандидата е в областта на физиката на кондензираната материя и материалознанието. Доц. д-р Димитър Димитров е завършил ХТМУ, специалност Технологии на силикатите и свързващите вещества с успешно защитена дипломна работа за магистър през 1981 г. През периода 1984 – 1988 г. е редовен докторант в ХТМУ, където през 1989 г. защитава дисертация за образователната и научна степен "доктор" на тема "Синтез и изследване на среди за оптичен запис на информация" с научен ръководител проф. д-р Марин Маринов. Научно изследователската дейност на кандидата продължава последователно в НИППИЕС Енергопроект, ХТМУ, ЦЛАФОР-БАН, ЦИИТ, НИМОС. Следва едногодишна (1994) след-докторска специализация в Institute of Optics "Daza de Valdés" (IO-CSIC) Мадрид, Испания. Доц. Димитров е работил като поканен доцент в National Chiao Tung University (NCTU) и като изследовател в Industrial Technologies Research Institute (ITRI) в Тайван в продължение общо на 11 години. От 2013 г., Димитър Димитров е доцент в ИОМТ-БАН а от 2016 г доцент в ИФТТ-БАН.

Научните и научно- приложни резултати на доц. Димитров са представени на над 120 международни и национални конференции и симпозиуми (1985-2021).

4. Педагогическата дейност на кандидата от началото на кариерата му.

Доц. Димитров е съ-ръководител на 3 бакалавър дипломанти от ЮЗУ, и на 2 успешно защитили магистър дипломанти (ЮЗУ и NCTU). В момента е съ-ръководител на задочен докторант.

5. Основни научни и научно-приложни приноси.

Представената от доц. д-р Димитър Димитров подробна справка за научните и научно-приложните приноси може да бъде обобщена и групирана в 4 тематични области според изследваните материали и приложения както следва:

1. Тематична област: функционални нанослоеви и структури
2. Тематична област: синтез, изследване и приложение на дву-дименсионни (2D) материали
3. Тематична област: магнитокалоричен ефект в монокристални материали и приложения
4. Тематична област: мултифункционални монокристални материали

Основни научни и научно-приложни приноси се характеризират като: създаване на нови класификации, методи, и технологии; получаване и доказване на нови факти; приложение на научни постижения в практиката

Функционални нанослоеви и структури: Прозрачните проводници (електроди) са съществени елементи в редица оптоелектронни устройства. Най-често използваният прозрачен проводник - индий-калаеният оксид (ITO) показва недостатъци за някои специфични приложения, включително недостатъчна механична гъвкавост, нарастващи разходи и необходимост от отгряване за постигане на висока проводимост. Следователно, през последните години се извършват интензивни изследователски усилия за разработване на прозрачни проводници без ITO.

Научно-изследователска приноси: разработени са алтернативни материали от легиран с алуминий цинков оксид ZnO:Al получени по метода ALD (atomic layer deposition) и е демонстрирана функционалността на тези филми нанесени върху твърди, и гъвкави подложки от PET (полуетилентерафталат) и слюда, използвайки ALD, като прозрачни и проводими електроди. Установено е, че тънките филми AZO (багрила съдържащи групата R-N=N-R') притежават висока оптична пропускливост във VIS и NIR спектрален диапазон и електрически свойства, конкурентни на прозрачни електроди от ITO (индиево калаен оксид). AZO слоевете, върху гъвкави подложки демонстрират стабилно поведение на електрическите и оптичните свойства при над 1000 цикъла на огъване. Показани са приложения на ALD AZO като прозрачни проводими слоеве в дисплей с течни кристали и гъвкави устройства на база на PDLC (Polymer-Dispersed Liquid Crystals) с AZO/PET. Функционалните параметри задвижващо напрежение и време за реакция са конкурентни на тези на устройствата с ITO електроди. Прозрачни и проводими слоеве от Al-легирани ZnO (AZO) са отложени за първи път, до колкото е известно, и върху прозрачни и гъвкави подложки от мусковитова слюда с ALD. AZO филми върху слюда са адаптирани като прозрачни проводими електроди в гъвкави устройства с полимерно диспергиран течен кристал (PDLC). Измерените електрооптични характеристики и времето за реакция на устройствата разкриват високия потенциал на AZO-слюда за бъдещи гъвкави оптоелектронни приложения без използване на ITO.

Разработвени са и изключително гъвкави устройства, използващи PDLC и $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ прозрачни проводими филми отложени чрез магнетронно разпрашаване върху подложки от PET. Оптимизиран е технологичният процес за отлагане на конфигурацията $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ осигуряващ най-добрия компромис между пропускливост, листово съпротивление (R_{sh}) и способност за огъване. Резултатите са валидирани чрез числени симулации. На основа на определените параметри на структурите $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ са направени и характеризирани устройства - гъвкави светлинни клапани. Установено е че стойностите на R_{sh} на $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ остават непроменени и след 1000 цикъла на огъване. Измерените стойности на задвижващо напрежение и време за реакция показват значителният потенциал на $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ за интеграция в гъвкави и разтегливи устройства (Публикации A1,A3,B3,B5,B12,B13,B15,B19,B21)

Синтез, изследване и приложение на дву-дименсионни (2D) материали

Разработени са технологични рецепти за контролиран синтез на монослоен и многослоен графен чрез използване на метод за химическо отлагане от газова фаза (CVD). Еднослойният графен е получен по CVD с ниско налягане (LPCVD), а многослойният графен по CVD при атмосферно налягане (APCVD). Качеството на графена и броят на слоевете са оценени чрез Раманов анализ и измервания на оптичната пропускливост. Разработен е и метод за контрол на броя на слоевете графен при израстването в CVD чрез манипулиране на геометрията на газовия поток. Използвайки различните техники на CVD и променяйки параметрите на синтеза, е възможно да се контролира броят на графеновите слоеве и свързаните с тях свойства.

Изследвани са свойствата на структурите графен върху цикло-олефинови полимерни подложки (Zeonor) - с потенциално приложение за бъдещи гъвкави THz електрооптични устройства. Благодарение на наноразмерната дебелина и високата пропускливост е демонстрирана функционалността на нов клас прозрачни и гъвкави електроди от графен, в терагерцовия спектър.

Двудименсионен (2D) PtSe_2 е успешно синтезиран чрез термично подпомогнат процес на селенизиране. Структурните и химичните характеристики потвърждават състава и кристалното качество на PtSe_2 (силно ориентирана кристална структура). Получените резултати позволяват допълнителни насоки за подобряване на технологията на отлагане, за да се улесни подходът за синтез на наноструктура към приложения на PtSe_2 (Публикации B1,B2,B4,B7,B8,B9,B20,B23,B27)

Магнитокалоричен ефект в монокристални материали и приложения

Изследвани са магнитните и магнитокалоричните свойства на RMnO_3 и RMn_2O_5 мултифероични монокристали ($R=\text{rare earth}$). Установено е че и в двата класа материали, конкуренцията между различните магнитни обменни взаимодействия, включващи Mn_3^+ , Mn_4^+ и R_3^+ подрешетките, води до няколко фазови прехода които обикновено се случват

под 100K. Въпреки това, само магнитният фазов преход, свързан с подреждането на R_3^+ магнитни моменти при температури обикновено под 20K допринася за магнитокалоричен ефект (MCE). Повечето от монокристалите $R\text{MnO}_3$ и $R\text{Mn}_2\text{O}_5$ притежават гигантска анизотропия на магнитокалоричния ефект, което означава, че допълнителни топлинни ефекти могат да бъдат получени и чрез ротирането им между трудната и лесна посоки в постоянни магнитни полета. Това отворя пътя за дизайн на по-компактни, ефективни и опростени магнитокалорични устройства. Установено е че MCE може да бъде регулиран от електрическо поле чрез манипулиране на фероелектричното подреждане. Всички тези характеристики комбинирани с изолационния характер, както и с високата химическа стабилност (в сравнение с интерметалите) правят $R\text{MnO}_3$ и $R\text{Mn}_2\text{O}_5$ мултифероиците по-привлекателни особено за крио магнитокалорични охладители.

Прилагането на достатъчно високи магнитни полета по оста на лесно намагнитване позволява големи топлинни ефекти, които се генерират около точката на подреждане на редкоземните елементи (~ 10 K). Установено е че в някои съединения като орторомбични монокристали DyMnO_3 и TbMn_2O_5 , за постигане на голям MCE са необходими относително ниски магнитни полета. Това е от голямо значение от икономически и практически гледни точки, тъй като необходимите полета могат да бъдат осигурени от постоянни магнити.

Показано е, че хексагоналните монокристали ErMnO_3 притежават гигантски въртящ се магнитокалоричен ефект, който може да бъде получен чрез въртенето им в постоянни магнитни полета около осите a или b . Генерираният анизотропен термичен ефект е около 3 пъти по-голям от този, проявен от хексагоналния монокристал HoMnO_3 . Установено е че подобряването на въртящия се магнитокалоричен ефект в хексагоналното съединение ErMnO_3 произтича от уникалните характеристики на Er_3^+ магнитната подрешетка. Наблюдаваната анизотропия на магнитокалоричния ефект се увеличава максимално между c и ab -посоците, което води до гигантски въртящ се магнитокалоричен ефект.

Изследвани са магнитните и магнитокалоричните свойства на монокристали от TbVO_4 . Демонстрирано е, че TbVO_4 може да се използва като магнитен хладилен агент в ефективни и екологични криоохладители поради силния си магнитокалоричен ефект при нискотемпературен режим. Прилагането на относително ниско магнитно поле от 2T по оста на лесна магнетизация (a) води до максимална промяна на ентропията от около 20 J/kg K при 4 K. При прилагане на достатъчно силни магнитни полета, изотермичната промяна на ентропията, остава приблизително постоянна в широк температурен диапазон, което се оценява високо от практическа гледна точка. При прилагане на магнитно поле от 7T по оста a , изотермичната промяна на ентропията, остава практически константна между 0 и 34 K, което води до рекорден TbVO_4 капацитет на хладилен агент от около 823 J/kg в сравнение с най-обещаващите магнитокалорични оксиди работещи в подобен температурен интервал (Публикации A2,A7,B11,B14,B16,B17,B18)

Мултифункционални монокристални материали

Монокристалите LuVO_4 представляват интерес като лазерна среда поради широката честотна лента, по-голямото напречно сечение на абсорбция- около 800 nm и по-голямото напречно сечение на емисия при 1,064 μm в сравнение с тези на други ванадатни кристали. Тези характеристики са изключително желателни за твърдотелни лазери с диодно напмпване, тъй като правят възможно постигането на високоефективно напмпване и реализирането на лазерна функция с нисък праг и с висока оптично-оптична ефективност. Синтезирани са големи по размер висококачествени монокристали LuVO_4 чрез метод на израстване от високотемпературни разтвори (High Temperature Solutions/flux growth). Монокристалите са с висока оптична прозрачност в спектралния интервал 500-3000 nm и висококачествена кристална структура. Оптичното качество на кристала е оценено чрез спектроскопска елипсометрия. Благодарение на достатъчно големия размер на кристалите, двулъчепречупващата дисперсия на LuVO_4 е определена в широк спектрален интервал -от UV до близката IR област. Кристалът показва по-високо от +0,2 двойно лъчепречупване (по-добро от това на калцита). Получено е пълно разпределение на всичките 12 раманови активни фонони на LuVO_4 от първи ред.

Чрез поляризационна Раманова спектроскопия на CaMn_2O_4 , монокристали са определени недвусмислено симетриите на модовете. Всички, с изключение на два от очакваните Raman-активни вибрационни модове, са идентифицирани и асоциирани с определени атомни движения при сравнение с прогнозите от решетъчните динамични изчисления (LDC). Направени са температурно-зависими измервания на Раман и е установено значително омекотяване на честотата на някои от Раман активните модове под температурата на антиферомагнитния преход. Количествено е потвърдено че механизмът на фононното омекотяване под T_N е подобен на този в нелегираните Mn перовските като е използван подхода на молекулярния орбитален димер за взаимодействията на суперобмена в CaMn_2O_4 .

Кристали на 3D топологични изолатори са получени чрез модифицирана техника на Бриджман. Кристалите са с високо качество, потвърдено от измерванията на XRD и Raman спектроскопия. Сравнени са честотите на вибрационните режими в различните проби и техните измествания в зависимост от промените в стехиометрията и състава, както и от анализирания параметър на решетката. В смесените кристали се наблюдават както едномодово, така и двумодово поведение. Изследванията на варирането на техните механични и електронни свойства със състава и концентрацията на легиращите елементи са изключително важни за бъдещите им приложения.

Постигнато е добро интерпретиране на магнитните свойства чрез изследване с монокристална неутронна дифракция на магнитната структура на мултифероичното съединение YbMnO_3 , в нулево поле и при магнитно поле, приложено по оста с.

Изследвани са ефектите от легирането на ВТО с Ru и Rh върху образуването на структурни дефекти в кристалите и върху баланса между близко- и далеко-действащите

взаимодействия в тях и е установено противоположно влияние на R_u , дължащо се на различно негово разпределение по степен на оксидиране. (Публикации А4, А5, А6, В6, В10, В22, В24)

6. Отражение на научните публикации на кандидата в нашата и чуждестранна литература

(по негови данни):

Доц. Димитров е съавтор на повече от 90 публикации (55 с импакт фактор или импакт ранг) с над 530 забелязани независими цитирания и Хирш индекс 12.

Кандидатът е представил извадка от най-съществени цитати.

7. При колективни публикации да се отдели приносът на кандидата, а при сигнал за плагиатство да се даде становище относно наличието или липсата на плагиатство (ЗРАС РБ, чл.10 (2)).

Всички публикации на доц. Димитров са в съавторство. Във всички публикации от хабилитационния труд е първи автор, кореспондиращ автор или същественият му принос е удостоверен от кореспондиращия автор. Затова приемам приноса на кандидата за съществен.

8. Критични бележки на рецензента по представените трудове, включително и по литературната осведоменост на кандидата.

Нямам

9. Мотивирано и ясно формулирано заключение

На базата на гореизложеното убедено предлагам да се присъди академичната степен „професор“ на кандидата доц. д-р Димитър Димитров.

Дата 15.06.2021

Рецензент:

София

проф.дхн Н. Малиновски

REVIEW

on competition for the occupation of the academic position " Professor" in the professional field 4.1. "Physical Sciences", scientific specialty "Condensed Matter Physics" for the needs of the "Materials and Low Temperature Physics Laboratory" ISSP -BAS, announced in SG No13/16.02.2021.

Candidate: Dimitre Zahariev Dimitrov, Ph.D. Associate Professor at the Institute of Solid State Physics - BAS.

Reviewer: Nikola Malinowski, Professor, Doctor of Chemical Sciences, Institute of Optical Materials and Technologies – BAS

1. General description of the presented materials

In the competition for the academic position of "Professor", for the needs of the "Materials and Low Temperature Physics Laboratory" at IFTT-BAS, the only candidate is Assoc. Prof. Dr. Dimitre Zahariev Dimitrov. The competition materials submitted by the applicant include all the documents required by the ZRASRB.

The candidate Assoc. Prof. Dimitrov has been a doctor since 1990 and associate professor since 2013. The candidate participates in the competition with a total of 34 scientific publications in referenced international journals and two patents, 7 of the publications are from the habilitation thesis to indicator B4 and 27 publications and two patents to indicator G7. The habilitation work (to indicator B4) includes 3 publications with quartile Q1, 3 publications with Q2, and one with SJR. A total of 29 publications outside the habilitation work for indicator G7 are included. There are 26 publications in referenced international journals, including 7 publications with quartile Q1, 3 with quartile Q2, 4 with quartile Q4, and 11 publications in impact-rated journals. The G7 also includes two patents and one full-text publication from conference proceeding. The publications with which he applied for the competition for the academic position of "professor" were published in the period 2013-2021. All scientific papers presented in indicators B4 and G7 were published after the defense of the dissertation for "doctor" and the competition for "Associate Professor" and are not included in the NACID database to cover the minimum national requirements for the academic position of "Associate Professor" held by Dr. Dimitrov.

A list of 214 independent citations is presented. The list of conference papers includes 68 papers (57 at international conferences and symposia and 11 at national ones, of which 6 plenary and 14 oral presentations. Assoc. Prof. Dimitrov was/is the leader of 4 national research projects and a Bulgarian team in an international scientific project. There are evidences for participation in 4 research projects with international and/or mixed funding such as the

infrastructure project of ISSP INERA (2013-2017) under the 7th Framework Program of the EC, the project BG05M2OP001-1.001-0008 "National Center for Mechatronics and Clean technologies "(2018-2023), EU HORIZON 2020 "Dissipationless topological channels for information transfer and quantum metrology" TOCHA H2020-FETPROACT-01-2018, Grant Agreement 824140 (2019-2023) as well as for participation in 7 projects financed by the National Science Fund "BNSF". The attracted funds for projects led by Assoc. Prof. Dimitrov are ~280 000 BGN. From the materials and scientometric data presented by the candidate Assoc. Prof. Dr. Dimitrov, with which he applies for the academic position of "professor", I accept for review the following scientometric data:

Indicator A: Dissertation work for awarding ONS "Doctor" - 50 points

Indicator B (4): Habilitation work/publications –145 points

Indicator D (from 5 to 10): - 443 points (D 7 scientific publications outside the habilitation work - 393 points, D 9 invention, patent or utility model - 50 points)

Indicator E: Citations -214 points,

Indicator group E (from 12 to 20): 345.8 points

E14 Participation in a national scientific or educational project - 40 points

E15 Participation in an international scientific or educational project - 120 points

E16 Head (PI) of a national scientific or educational project - 80 points

E17 Management of the Bulgarian team in an international scientific or educational project - 50 points

E18 Attracted funds for projects managed by the applicant - 55.8 points

2. Publications before and after obtaining the scientific degree. Assessment of whether the applicant meets the minimum national requirements and the requirements of the IAS-IFTT according to the attached table.

The dissertation defended in 1989 on the topic "Synthesis and research of media for optical recording of information" was written on the basis of 2 publications with impact factor.

According to the NACID database, the assets for "Associate Professor" of Assoc. Prof. Dimitrov cover the period 1993-2013. For group B4 (habilitation thesis) the candidate has included 4 publications in referenced international publications with impact factor. The publications outside the habilitation work are a total of 8 articles in refereed international journals, 2 publications in impact rank journals and 2 patents. According to indicator D11, the points from the cited are 72. The total number of points is 472. The materials presented by Assoc. Prof. Dr. Dimitre Dimitrov and the scientometric indicators analyzed above do not repeat the scientific

results and publications included in the doctoral dissertation and in the competition for the academic position of "Associate Professor". The number of points on the indicators in Table 3 meets and even significantly exceeds the national minimum requirements for holding the academic position "Professor", set in the Law for Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria (RASRB) and the regulations for its implementation, as well as the criteria of IFTT-BAS.

3. General characteristics of the scientific, applied- scientific and pedagogical activity of the candidate;

The scientific and scientific-applied activity of the candidate is in the field of condensed matter physics and materials science. Assoc. Prof. Dr. Dimitre Dimitrov graduated from UCTM, specialty Technologies of silicates and binders with a successfully defended master's thesis in 1981. During the period 1984 - 1988 he was a full-time doctoral student at UCTM, where in 1989 he defended his dissertation for the educational and scientific degree "Doctor" on the topic "Synthesis and research of media for optical recording of information" with scientific supervisor Prof. Dr. Marin Marinov. The research activity of the candidate continues consecutively in NIPPIES Energoproekt, UCTM, CLAFOP-BAS, CIIT, NIMOS. He followed a one-year (1994) post-doctoral specialization at the Institute of Optics "Daza de Valdés" (IO-CSIC) Madrid, Spain. Assoc. Prof. Dimitrov has worked as an Associate Professor at the National Chiao Tung University (NCTU) and as a researcher at the Industrial Technologies Research Institute (ITRI) in Taiwan for a total of 11 years. Since 2013, Dimitre Dimitrov has been an associate professor at IOMT-BAS and since 2016 an associate professor at IFTT-BAS.

The scientific and scientific-applied results of Assoc. Prof. Dimitrov have been presented at over 120 international and national conferences and symposia (1985-2021).

4. The pedagogical activity of the candidate from the beginning of his career.

Assoc. Prof. Dimitrov is the co-supervisor of 3 bachelor graduates from SWU, and of 2 successfully defended master graduates (SWU and NCTU). He is currently co-supervisor of a part-time doctoral student.

5. Main scientific and applied scientific contributions.

The detailed reference presented by Assoc. Prof. Dr. Dimitre Dimitrov for the scientific and scientific-applied contributions can be summarized and grouped in 4 thematic areas according to the studied materials and applications as follows:

1. Thematic area: functional nanolayers and structures

2. Thematic area: synthesis, research and application of two-dimensional (2D) materials
3. Thematic area: magnetocaloric effect in single crystal materials and applications
4. Thematic area: multifunctional single crystal materials

Major scientific and applied scientific achievements are characterized as: creation of new classifications, methods, and technologies; -receiving and proving new facts; application of scientific achievements in practice.

Functional nanolayers and structures: Transparent conductors (electrodes) are essential elements in a number of optoelectronic devices. The most commonly used transparent conductor, indium tin oxide (ITO), shows disadvantages for some specific applications, including poor mechanical flexibility, rising costs, and the need for annealing to achieve high conductivity. Therefore, in recent years, intensive research efforts have been made to develop transparent wires without ITO.

Research contributions: alternative materials made of aluminum zinc oxide ZnO: Al obtained by the ALD (atomic layer deposition) method have been developed and the functionality of these films applied on rigid and flexible substrates of PET (semi-ethylene terephthalate) and mica has been demonstrated using ALD, as transparent and conductive electrodes. It was found that the thin films AZO (dyes containing the group R-N = N-R ') have high optical transmittance in the VIS and NIR spectral range and electrical properties competitive with transparent electrodes of ITO (indium tin oxide). AZO layers on flexible substrates demonstrate stable electrical and optical properties with over 1000 bending cycles. Applications of ALD AZO as transparent conductive layers in a liquid crystal display and flexible devices based on PDLC (Polymer-Dispersed Liquid Crystals) with AZO/PET are shown. The functional parameters drive voltage and response time are competitive with those of devices with ITO electrodes. Transparent and conductive layers of Al-doped ZnO (AZO) were deposited for the first time, as far as is known, on transparent and flexible substrates of muscovite mica with ALD. AZO films on mica are adapted as transparent conductive electrodes in flexible devices with polymer dispersed liquid crystal (PDLC). The measured electro-optical characteristics and response times of the devices reveal the high potential of AZO-mica for future flexible optoelectronic applications without the use of ITO.

Extremely flexible devices using PDLC and $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ transparent conductive films deposited by magnetron sputtering on PET substrates have also been developed. The technological process for delaying the $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ configuration has been optimized, providing the best compromise between permeability, sheet resistance (R_{sh}) and bending ability. The results were validated by numerical simulations. Based on the defined parameters of the $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ structures, several devices are made and characterized - flexible light valves. It was found that the R_{sh} values of $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ remain unchanged even after 1000 bending cycles. The measured values of drive voltage and response time show the significant potential of $\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2/\text{PET}$ for integration in flexible and extensible devices (Publications A1, A3, B3, B5, B12, B13, B15, B19, B21)

Synthesis, research and application of two-dimensional (2D) materials

Technological recipes have been developed for the controlled synthesis of monolayer and multilayer graphene using the chemical phase deposition (CVD) method. Single-layer graphene was obtained by low-pressure CVD (LPCVD) and multilayer graphene by atmospheric pressure CVD (APCVD). The quality of graphene and the number of layers were evaluated by Raman analysis and optical permeability measurements. A method for controlling the number of graphene layers during growth in CVD by manipulating the gas flow geometry has also been developed. Using different CVD techniques and changing the synthesis parameters, it is possible to control the number of graphene layers and their related properties.

The properties of graphene structures on cyclo-olefin polymer substrates (Zeonor) have been studied - with potential application for future flexible THz electro-optical devices. Thanks to the nanoscale thickness and high permeability, the functionality of a new class of transparent and flexible graphene electrodes in the terahertz spectrum has been demonstrated.

Two-dimensional (2D) PtSe₂ has been successfully synthesized through a thermally assisted selenization process. The structural and chemical characteristics confirm the composition and crystal quality of PtSe₂ (strongly oriented crystal structure). The obtained results allow additional guidelines for improving the deposition technology in order to facilitate the approach for nanostructure synthesis to PtSe₂ applications (Publications B1, B2, B4, B7, B8, B9, B20, B23, B27).

Magnetocaloric effect in single crystal materials and applications

The magnetic and magnetocaloric properties of RMnO₃ and RMn₂O₅ multiferroic single crystals (R = rare earth) were studied. It has been found that in both classes of materials, competition between different magnetic exchange interactions, including Mn₃⁺, Mn₄⁺ and R³⁺ sublattices, leads to several phase transitions that usually occur below 100K. However, only the magnetic phase transition associated with the arrangement of R³⁺ magnetic moments at temperatures usually below 20K contributes to the magnetocaloric effect (MCE). Most of the RMnO₃ and RMn₂O₅ single crystals have a giant anisotropy of the magnetocaloric effect, which means that additional thermal effects can also be obtained by rotating them between the difficult and easy directions in constant magnetic fields. This paves the way for the design of more compact, efficient and simple magnetocaloric devices. It has been found that MCE can be regulated by an electric field by manipulating the ferroelectric arrangement. All these characteristics combined with the insulating character as well as with the high chemical stability (compared to intermetals) make the RMnO₃ and RMn₂O₅ multiferroics more attractive especially for cryo magnetocaloric refrigerants.

The application of sufficiently high magnetic fields along the axis of easy magnetization allows large thermal effects that are generated around the point of arrangement of the rare earth elements (~ 10 K). It has been found that in some compounds, such as orthorhombic single crystals DyMnO_3 and TbMn_2O_5 , relatively low magnetic fields are required to achieve a large MCE. This is of great importance from an economic and practical point of view, as the required fields can be provided by permanent magnets.

Hexagonal ErMnO_3 single crystals have been shown to possess a giant rotating magnetocaloric effect, which can be obtained by rotating them in constant magnetic fields around the a or b axes. The generated anisotropic thermal effect is about 3 times greater than that exhibited by the hexagonal HoMnO_3 single crystal. It has been found that the improvement of the rotating magnetocaloric effect in the hexagonal ErMnO_3 compound results from the unique characteristics of the Er_3^+ magnetic sublattice. The observed anisotropy of the magnetocaloric effect increases maximally between the c and ab directions, leading to a giant rotating magnetocaloric effect.

The magnetic and magnetocaloric properties of TbVO_4 single crystals were studied. It has been demonstrated that TbVO_4 can be used as a magnetic refrigerant in efficient and environmentally friendly cryo-coolers due to its strong magnetocaloric effect at low temperatures. The application of a relatively low magnetic field of 2T along the axis of easy magnetization (a) results in a maximum entropy change of about 20 J/kgK at 4 K. When sufficiently strong magnetic fields are applied, the isothermal entropy change remains approximately constant in wide temperature range, which is highly valued from a practical point of view. When a magnetic field of 7T is applied along the axis a , the isothermal change of entropy remains practically constant between 0 and 34 K, which leads to a record TbVO_4 refrigerant capacity of about 823 J/kg compared to the most promising magnetocaloric oxides operating in similar temperature range (Publications A2, A7, B11, B14, B16, B17, B18)

Multifunctional single crystal materials

LuVO_4 single crystals are of interest as a laser medium due to the wide frequency band, the larger absorption cross section - about 800 nm and the larger emission cross section at 1,064 μm compared to those of other vanadate crystals. These characteristics are highly desirable for solid state lasers with diode pumping, as they make it possible to achieve high-efficiency pumping and the realization of a laser function with a low threshold and high optical-optical efficiency. Large, high-quality LuVO_4 single crystals were synthesized by the High Temperature Solutions / flux growth method. The single crystals have high optical transparency in the spectral range 500-3000 nm and a high quality crystal structure. The optical quality of the crystal was assessed by spectroscopic ellipsometry. Due to the large enough crystal size, the birefringent dispersion of LuVO_4 is determined in a wide spectral range - from UV to the near IR

region. The crystal shows higher than +0.2 birefringence (better than that of calcite). A complete distribution of all 12 Raman active first-order phonons of LuVO_4 was obtained.

By polarization Raman spectroscopy of CaMn_2O_4 , single crystal crystals unambiguously determined the symmetries of the modes. All but two of the expected Raman-active vibrational modes have been identified and associated with certain atomic motions compared to predictions from lattice dynamic calculations (LDC). Temperature-dependent Raman measurements were made and a significant attenuation of the frequency of some of the Raman active modes was found below the antiferromagnetic transition temperature. It has been quantitatively confirmed that the mechanism of phonon softening under TN is similar to that in undoped Mn perovskites using the molecular orbital dimer approach for superexchange interactions in CaMn_2O_4 .

Crystals of 3D topological insulators were obtained by a modified Bridgman technique. The crystals are of high quality, confirmed by XRD and Raman spectroscopy measurements. The frequencies of the vibration regimes in the different samples and their displacements depending on the changes in the stoichiometry and composition, as well as on the analyzed lattice parameter are compared. Both single-mode and two-mode behaviors are observed in mixed crystals. Studies of the variation of their mechanical and electronic properties with the composition and concentration of alloying elements are extremely important for their future applications.

Plausible interpretation of the magnetic properties was achieved by a single crystal neutron diffraction study of the magnetic structure of the multiferroic compound YbMnO_3 , in the zero field and in the magnetic field applied along the c axis.

The effects of doping BTO with Ru and Rh on the formation of structural defects in crystals and on the balance between near- and far-acting interactions in them have been studied and the opposite effect of Ru due to its different distribution by oxidation state has been established. (Publications A4, A5, A6, B6, B10, B22, B24)

6. Reflection of the candidate's scientific publications in our and foreign literature (according to his data):

Assoc. Prof. Dimitrov is a co-author of more than 90 publications (55 with impact factor or impact rank) with over 530 observed independent citations and Hirsch index 12.

The candidate presented samples of the most significant quotations.

7. In case of collective publications to separate the contribution of the candidate, and in case of a signal for plagiarism to give an opinion on the presence or absence of plagiarism (ZRAS RB, art. 10 (2)).

All publications of Assoc. Prof. Dimitrov are co-authored. In all publications of the habilitation work is the first author, corresponding author or his significant contribution is certified by the corresponding author. That is why I accept the candidate's contribution as significant.

8. Critical remarks of the reviewer on the submitted works, including on the literary awareness of the candidate.

I don't have one

9. Reasoned and clearly formulated conclusion

Based on the above, I strongly suggest that the academic degree "Professor" be awarded to the candidate Assoc. Prof. Dr. Dimitre Dimitrov.

Date:15.06.2021

Sofia

Reviewer:

Prof. N. Malinowski