

## НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

### Извештај комисије за избор др Горана Исића у звање научни саветник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 23.08.2022. именовани смо у комисију за избор др Горана Исића у звање научни саветник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

#### 1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Горан Исић (рођен 1982.) је дипломирао 2006. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Од 2007. до 2011. године, био је студент докторских студија на School of Electronic and Electrical Engineering, University of Leeds, у Великој Британији, као стипендиста Overseas Research Students Awards Scheme (ORSAS) фондације. 2011. године је одбранио докторску дисертацију на тему спински зависног транспорта електрона у полупроводничким наноструктурама, за коју је награђен наградом F.W. Carter Prize за најбољу дисертацију на School of Electronic and Electrical Engineering у 2011. години.

Др Исић сарађује или ради у групи др Радоша Гајића од дипломирања 2006. године, и то у области скенирајуће атомске микроскопије, елипсометрије, Раманове спектроскопије и моделовању интеракције светлости са наноструктурираним материјалима. Учествовао је на два пројекта Седмог оквирног програма (ФП7): NanoCharM (2008-2011) и NIM\_NIL (2009-2012). На оба наведена пројекта, радио је на елипсометрији и моделовању простирања светлости у наноструктурираним материјалима. На Институту за физику Београд је запослен од 1. јануара 2007. године. У научног сарадника је изабран 31. октобра 2012. године а у вишег научног сарадника 28. фебруара 2018. године. Био је коментор др Милки Јаковљевић у изради докторске дисертације (одбрањена 2015.) и ментор др Урошу Ралевићу у изради докторске дисертације (одбрањена 2017.).

Као стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја, боравио је на 6-то месечном постдокторском усавршавању (од јуна до децембра 2012. године) у групи проф. Томаса Клара, на Institute of Applied Physics, Johannes Kepler University, Linz, у Аустрији. Током боравка у Линцу, радио је на угаоно-зависној спектроскопији плазмонских структура, дифрактометрији супер-решетки фишнет метаматеријала и различитим аспектима зрачења и простирања светлости у плазмонским системима. Од 2017. године сарађује са проф. Миливојем Белићем са Тексас А&М универзитета у Катару, где је провео неколико вишемесечних боравака у својству постдокторанта, од којих је најдужи 10-месечни боравак од марта 2018. до јануара 2019. године. Током боравака на Тексас А&М универзитету у Дохи, радио је на истраживању плазмонских екситација у танким металодиелектричним решеткама и металним наноструктурама спрегнутим са дводимензионалним материјалима и ван дер Валс хетероструктурама.

Кандидат је био руководилац тима са Института за физику у Београду (ИФБ) у оквиру Grande Rilevanza пројекта "Liquid-crystal-tunable nanoplasmonic structures based on periodically patterned metallic films" билатералне сарадње са групом из Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) Института за микроелектронику и микросистеме (2014-2015). Поред тога, кандидат је од 2013. до 2017. био вођа тима ИФБ групе и члан Управног одбора COST акција MP1302 "NanoSpectroscopy" ([www.cost-nanospectroscopy.eu](http://www.cost-nanospectroscopy.eu)) и CA16215

"European network for the promotion of portable, affordable and simple analytical platforms (PortASAP)", као и тим лидер за COST акцију IC1208 "Integrating devices and materials: a challenge for new instrumentation in ICT". Био је руководилац и 6 пројеката билатералне научно-технолошке сарадње финансиране од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, односно одговарајуће институције у партнерској земљи, и то: 2 пројекта билатералне сарадње са групом проф. Томаса Перча са Института за примењену физику Фридрих Шилер универзитета у Јени (Немачка, 2015-2016 и 2017-2018), 2 пројекта билатералне сарадње са групом др Андреја Панарина из Института Б. И. Степанов при Националној академији наука (Белорусија, 2016-2017 и 2018-2019), пројекта билатералне сарадње са групом др Данијеле Јоксимовић на Институту за биологију мора у Котору (Црна Гора, 2017-2018) и пројекта билатералне сарадње са групом др Јорди Санчо Парамона на Институту Руђер Бошковић у Загребу (Хрватска, 2016-2017). Од 2020. до 2022. др је такође руководио и пројектом "Nanometer thin photovoltaics based on plasmonically enhanced van der Waals heterostructures" у оквиру Програма за извршне пројекте младих истраживача ПРОМИС Фонда за науку Републике Србије. Према SCOPUS бази, кандидат је коаутор укупно 53 рада објављена у међународним научним часописима који су цитирани укупно 928 пута, односно 877 пута без самоцитата уз h - индекс 14.

## 2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

### Научна активност кандидата пре изборног периода

У периоду до избора у звање научног сарадника 31. октобра 2012. године, научна активност кандидата се може поделити у два основна правца, оба у теоријско-нумеричкој методолошкој категорији. Први обухвата спински зависни транспорт електрона у полупроводничким хетероструктурама који је кандидат испитивао у склопу докторске дисертације на одбрањене на Факултету за електронику и електротехнику Универзитета у Лидсу у Великој Британији. Најзначајнији резултати кандидата у оквиру ове теме објављени су у два чланка:

- G. Isić, D. Indjin, V. Milanović, J. Radovanović, Z. Ikonić, P. Harrison  
Phase-breaking effects in double-barrier resonant tunneling diodes with spin-orbit interaction  
Journal of Applied Physics 108, 044506 (8 strana) (2010)  
Impakt faktor: 2.201  
Kategorija časopisa: M21
- G. Isić, D. Indjin, V. Milanović, J. Radovanović, Z. Ikonić, P. Harrison  
Magnetotunnelling in resonant tunnelling structures with spin-orbit interaction  
Journal of Applied Physics 110, 064507 (13 strana) (2011)  
Impakt faktor: 2.168  
Kategorija časopisa: M21

Главни научни допринос у поменута два рада је остварен у оквиру теме квантног транспорта електрона у III-V полупроводничким резонантним тунелским хетероструктурама. У радовима је описана формулација, основни елементи имплементације и добијени нумерички резултати модела базираног на неравнотежним Гриновим функцијама којим се истовремено може описати таласна природа електрона (и појава резонантног тунеловања) као и процеси расејања (еластични и нееластични) којима се губи фазна кохеренција електрона.

Други правац обухвата трансформациону оптику, моделовање интеракције светлости са уређеним наноструктурама и њихову спектроскопску карактеризацију. Најзначајнији резултати кандидата у оквиру овог правца су објављени у следећа два чланка:

- G. Isić, R. Gajić, B. Novaković, Z. V. Popović, K. Hingerl  
Radiation and scattering from imperfect cylindrical electromagnetic cloaks  
Optics Express 16, 1413-1422 (2008)  
Impakt faktor: 4.009  
Kategorija časopisa: M21a
- B. Vasić, G. Isić, R. Gajić, K. Hingerl  
Coordinate transformation based design of confined metamaterial structures  
Physical Review B 79, 085103 (8 strana) (2009)  
Impakt faktor: 3.475  
Kategorija časopisa: M21

Главни научни допринос у наведеним чланцима је анализа интеракције електромагнетских таласа са структурама заснованим на трансформационој оптици, које карактерише

изражена нехомогеност и како електрична тако и магнетна анизотропија описана тензорима диелектричне пермитивности и магнетске пермеабилности.

У периоду након избора у научног сарадника, кандидат се бави истраживањима у области електродинамике резонантних металних система (плазмоника, метаматеријали), површином подстакнуте Раманове спектроскопије, елипсометрије танких филмова као и оптоелектронским особинама дводимензионалних материјала (графен, дихалкогениди прелазних метала). Најзначајнији резултати кандидата из овог периода су објављени у следећа 3 чланка.

- М.М. Јаковљевић, G. Isić, B. Dastmalchi, I. Bergmair, K. Hingerl, R. Gajić  
Polarization-dependent optical excitation of gap plasmon polaritons through rectangular hole arrays  
Applied Physics Letters 106, 143106 (5 strana) (2015)  
Impakt faktor: 3.515  
Kategorija časopisa: M21
- G. Isić, B. Vasić, D.C. Zografopoulos, R. Beccherelli, R. Gajić  
Electrically tunable critically coupled terahertz metamaterial absorber based on nematic liquid crystals  
Physical Review Applied 3, 064007 (8 strana) (2015)  
Impakt faktor: 4.061  
Kategorija časopisa: M21
- G. Isić, R. Gajić, S. Vuković  
Plasmonic lifetimes and propagation lengths in metallodielectric superlattices  
Physical Review B 89, 165427 (11 strana) (2014)  
Impakt faktor: 3.767  
Kategorija časopisa: M21

У односу на области физике дефинисане у Упутству Матичног одбора за физику, област истраживања кандидата, током читаве научне каријере, је кондензована материја, док је методолошки приступ претежно заснован на нумеричким симулацијама уз елементе теорије и експеримента.

### **Научна активност кандидата у изборном периоду**

У изборном периоду (тј. након избора у текуће звање, видети напомену испод) научна активност кандидата се може поделити у 4 целине: 1. Плазмонске екситације у металодиелектричним суперрешеткама, 2. Терахерцне метаповршине, 3. Површином подстакнута Раманова спектроскопија и 4. Спектроскопска елипсометрија танких филмова.

**Напомена:** Научно веће Института за физику у Београду је 6. јуна 2017. године донело одлуку о утврђивању предлога за избор кандидата у вишег научног сарадника. Комисија за стицање научних звања је донела решење о избору кандидата у звање виши научни сарадник 28. фебруара 2018. године. У складу са Правилником о стицању истраживачких и научних звања ("Службени гласник РС", број 159 од 30. децембра 2020.), сви диференцијални услови се односе на период од 6. јуна 2017. године а изборни период представља период од 6. јуна 2017. године.

У наставку се даје преглед 4 поменуте научне теме уз кратко објашњење постигнутих резултата у целини. За конкретан допринос кандидата видети одељак 3.1.1. "Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова".

### **2.1. Плазмонске екситације у металодиелектричним суперрешеткама**

У литератури се под металодиелектричном суперрешетком мисли на систем сачињен од наизменично сложених оптички танких слојева диелектрика и неког племенитог метала. Да би систем испољавао интересантне особине, потребно је да дебљина металног слоја буде мања од дубине продирања светлости у дати метал, што значи 20-так нанометара у случају злата или сребра који се најчешће користе. Као диелектрик се обично користе разни оксиди зато што се лако могу припремити e-beam депозицијом, дебљине која може да варира али је по правилу мања од 100 нанометара. Овакве структуре су интересантне због тзв. Блохових плазмонских мода, формираних хибридизацијом површинских плазмон поларитона који постоје на сваком од метал-диелектрик интерфејса. У дуготаласном лимиту, Блохове плазмонске моде се могу апроксимирати раванским таласом који има хиперболичку дисперзију, па се ови системи често називају и хиперболичким метаматеријалима.

У чланку [1] се анализирају фундаментална својства (дужина простирања, дубина продирања, резидуал пола) оптичких таласа који се јављају на споју металодиелектричне суперрешетке и хомогеног медијума а који се називају Тамовим плазмонским модама, по аналогији са Тамовим електронским стањима која се јављају на интерфејсу кристалне решетке и вакуума. За хомоинтерфејс, чиме називамо спој између хомогеног медијума исте пермитивности као и један од сачинилаца суперрешетке (метал или диелектрик), је показано да подржава Тамове моде чија се дисперзиона крива преклапа са кривом површинског плазмон поларитона дате комбинације материјала али која нестаје (тј. има cut off) у тачки тополошког прелаза (тачка у којој се мења топологија еквивалентне површине у дуготаласном лимиту). У случају хетероинтерфејса, којим називамо спој суперрешетке и произвољног хомогеног медијума, показано је постојање више Тамових мода чије се порекло може објаснити интеракцијом између површинских плазмон поларитона појединачних интерфејса и Тамове моде хомоинтерфејса укопаног испод горњег слоја суперрешетке. На бази систематског упоређивања Тамових мода и обичних површинских плазмон поларитона, утврђено је да су разлике најизраженије у близини транзиционе фреквенције за случај решетки у којима су диелектрични слојеви дебљи од металних.

[1] G. Isić, S. Vuković, Z. Jakšić, M. Belić  
Tamm plasmon modes on semi-infinite metallodielectric superlattices  
Scientific Reports 7, 3746 (2017)  
Импакт фактор (2015): 5.228  
Категорија часописа (2015): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 3  
Mnorm: 8  
SNIP (2015): 1.61

### **2.2. Терахерцне метаповршине**

Термин метаповршине се у литератури користи као генерички назив за широку класу структура сачињених од великог броја најчешће периодично распоређених јединичних ћелија којима се, најчешће путем резонантне побуде јединичне ћелије, остварује нека врста

модификације инцидентног електромагнетног таласа, као што су усмеравање, фокусирање, модулација интензитета или фазе, итд. Уобичајено је да се користи за спектралне опсеге од терахерцног па навише, док се за аналогне структуре у опсегу милиметарских таласа и испод претежно користи термин антентски низ. Резонантна побуда је значајна јер је праћена високим степеном осетљивости одзива на геометрију јединичне ћелије. Тиме се отвара могућност постизања жељене модификације поља дизајнирањем облика и одабиром геометријских параметара резонатора. Истраживања у оквиру ове теме су рађена у сарадњи са групом др Димитриоса Зографопулоса из ЦНР Института за микроелектронику и микросистеме у Риму, као наставак сарадње започете у оквиру Grande Rilevanza билатералног пројекта којим је кандидат руководио (2014-2015).

За примене су вероватно најинтересантније тзв. подесиве метаповршине (енг. tunable metasurfaces) због тога што се код њих одзив подешава контролним сигналом, нпр. електричним напоном. У чланку [2] се предлажу низови метал-полупроводник-метал резонантних структура као основни елементи електрично подесивих терахерцних метаповршина. Принцип рада је заснован на инверзно поларизованом Шоткијевом споју формираном између горњих металних трака и полупроводника n-типа испод. Гејт напон између металних трака и металне плоче која се налази испод полупроводника контролише дебљину осиромашене области, чиме се подешава Друдова пермитивност низа резонатора. Ради процене перформанси предложене метаповршине, у чланку се описује нумерички модел који обухвата егзактно решење Максвелових једначина за терахерцне таласе и дрефт-дифузиони модел за опис понашања носилаца у полупроводнику. За структуру пројектовану као амплитудски модулатор за терахерцни сноп, тако да уђе у режим критичног спрезања у тренутку када област осиромашења дође у контакт са доњом металном плочом, је утврђен теоријски бесконачан однос гашења, губитак уметања од 10% и пикосекундна интринзична времена пребацивања на фреквенцији 1 THz. Поред тога, у чланку се показује и да је предложени модулациони концепт ефикасан и на вишим учестаностима терахерцног спектра и објашњавају ограничења у могућим перформансама.

[2] G. Isić, G. Sinatkas, D. C. Zografopoulos, B. Vasić, A. Ferraro, R. Beccherelli, E. E. Kriezis, M. Belić

Electrically Tunable Metal-Semiconductor-Metal Terahertz Metasurface Modulators  
IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics 25, 8500108 (2019)

Импакт фактор (2019): 4.917

Категорија часописа (2019): M21

Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 18

Mnorm: 5

SNIP (2019): 1.62

Поред амплитудских модулатора разматраних у чланку изнад, од интереса су метаповршине којима је могуће контролисати профил снопа или мењати правац његовог простирања, што се постиже градијентним метаповршинама код којих периодично постављене јединичне ћелије нису идентичне већ испољавају просторну варијацију неког од параметара. У чланку [3] се, ради постизања подесивог управљања терахерцним снопом, испитују метаповршине сачињене од једнодимензионих низова метал-изолатор-метал (МИМ) шупљина испуњених нематским течним кристалом. Просторни фазни профил је дефинисан периодичним шаблоном напона примењеног на адекватно одабрану суперћелију низа МИМ шупљина. Напон контролише оријентацију молекула течног кристала посредством електро-оптичког ефекта, чиме се подешава локални индекс преламања. Показано је да се овим приступом може постићи раван, бинарни и градијентни фазни профил, чиме се функција метаповршине динамички мења од огледала, преко бим

сплитера до дифракционе решетке. Подесиво управљање снопом се постиже променом угла отклona првог дифракционог реда, реконфигурисањем периода метаповршине применом одговарајућег шаблона напона.

[3] B. Vasić, G. Isić, R. Beccherelli, D. C. Zografopoulos  
Tunable Beam Steering at Terahertz Frequencies Using Reconfigurable Metasurfaces Coupled With Liquid Crystals  
IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics 26, 7701609 (2020)  
Импакт фактор (2019): 4.917  
Категорија часописа (2019): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 22  
Mnorm: 8  
SNIP (2019): 1.62

Током рада на чланку [3] се природно поставило питање ефикасности управљања снопом које се може постићи разматраним метаповршинама. Иако су наведене структуре донекле оптимизоване нумерички, није било јасно колико су добијене перформансе далеко од максималних могућих (које би одговарале оптималном избору параметера). А пошто ефикасност зависи од великог броја физичких параметара резонантних елемената који чине метаповршину, егзактна нумеричка оптимизација оваквих структура изискује огромне рачунарске ресурсе, што је чини бесмисленом у пракси. Због тога се у чланку [4] даје формулација теоријског модела на бази скаларне дифракционе теорије и Фраунхоферове апроксимације за одређивање дифракционе ефикасности низа резонантних елемената са губицима чији је спектрални одзив доминантно одређен спрезањем цуреће својствене моде и једног улазно/излазног радијационог канала. Наведени модел је искоришћен за извођење формуле за максималну дифракциону ефикасност и профил градијентног параметра којим се она постиже. Поступак оптимизације је демонстриран на примеру електрично подесиве метаповршине на бази течног кристала за управљање терахерцним снопом. На крају, у чланку се, поређењем са егзактним нумеричким прорачунима, испитује домен примењивости и тачност формулисаног модела.

[4] G. Isić, D. C. Zografopoulos, D. B. Stojanović, B. Vasić, M. R. Belić  
Beam Steering Efficiency in Resonant Reflective Metasurfaces  
IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics 27, 4700208 (2021)  
Импакт фактор (2019): 4.917  
Категорија часописа (2019): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 3  
Mnorm: 8  
SNIP (2019): 1.62

Друга значајна примена метаповршина је у системима за детекцију присуства малих количина анализата. Детекција (промене) индекса преламања метаповршинама заснованим на МИМ шупљинама испуњеним континуалним диелектричним филмом испољава проблем смањене осетљивости услед малог преклапања зоне у којој је концентрисана енергија резонантне моде и анализата који се налази са горње стране структуре. У чланку [5] се описује поступак оптимизације дизајна шупљих МИМ структура за три у пракси најзначајније конфигурације испуне МИМ шупљине. Пошто се у свакој велики део енергије резонантне моде преклапа са анализатом, закључује се да су могуће врло високе осетљивости на промену индекса преламања за три различите методе мерења: интерогацију рефлектансе, фазе и спектралну методу. За осетљивости промене индекса преламања и одговарајуће факторе добротe је показано да се максимум достиже у режиму

критичног спрезања за који је карактеристична једнакост брзине радијативног и нерадијативног распада резонантне моде.

[5] B. Vasić, G. Isić

Refractive index sensing with hollow metal-insulator-metal metasurfaces

Journal of Physics D: Applied Physics 54, 285106 (2021)

Имакт фактор (2019): 3.169

Категорија часописа (2019): M21

Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 4

Mnorm: 8

SNIP (2019): 1.15

### 2.3. Површином подстакнута Раманова спектроскопија

Раманово расејавање, којим се фотони нееластично расејавају на вибрационим модама молекула, је врло неефикасан процес - типично се у доминантну Стоксову линију расејава милионити део упадних фотона. Због малог полупречника расејања, Раманова спектроскопија је тешко примењива на испитивање система са малом количином молекула од интереса (на пример раствора ниске концентрације). Један од начина да се повећа ефикасност је да се молекули анализата депонују на површину металних наноструктура где, уколико се остваре одговарајући услови, поларизација електронског система може довести до огромног повећања Рамановог сигнала (фактор 10<sup>10</sup> и више), што је ефекат познат под називом површином подстакнуто Раманово расејање (SERS од енгл. surface-enhanced Raman scattering).

У оквиру сарадње са колегама из Института за нуклеарне науке Винча, успостављене преко COST акције NanoSpectroscopy, извршено је испитивање адсорпције молекула тијацијанинске боје на кластере колоидних сребрних наночестица. Студија описана у [6] је обухватила синтезу два типа колоидних сребрних наночестица, једних покривених боратним јонима и других стабилисаних цитратним јонима на које су наносени раствори тијацијанинске боје ниске концентрације (реда величине микромола). Да би се испитала ефикасност адсорпције молекула боје на овакве наночестице, коришћене су колокализована Раманова спектроскопија и микроскопија на бази атомских сила за шта је употребљен НТегра Спектра АФМ/Раман систем Института за физику. Присуство молекула боје на кластерима наночестица је било могуће утврдити захваљујући SERS ефекту док је мерење топографије АФМом омогућило увид у конфигурацију кластера и квалитативну анализу експерименталних резултата нумеричким симулацијама расејања светлости на већем броју планарно распоређених сребрних наночестица.

[6] U. Ralević, G. Isić, D. Vasić Anićijević, B. Laban, U. Bogdanović, V. M. Lazović, V. Vodnik, R. Gajić, Nanospectroscopy of thiocyanine dye molecules adsorbed on silver nanoparticle clusters, Applied Surface Science 434, 540-548 (2018)

Имакт фактор (2018): 5.155

Категорија часописа (2018): M21a

Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 6

Mnorm: 8.33

SNIP (2018): 1.35

Поред колоидних металних наночестица, типичан пример система који омогућавају површином подстакнуто Раманово расејање (тј. SERS супстрата) су површине са оштрим усесима или процепима пресвучене танким металним филмом. У оквиру сарадње са



групом др Андреја Панарина из Института Б. И. Степанов у Минску, реализоване кроз два пројекта билатералне научно-технолошке сарадње између Србије и Белорусије којима је кандидат руководио (циклуси 2016-2017 и 2018-2019), испитиване су сребрне наноструктуре израђене на површини и усецима макропорозног силицијума на који је имерзионом депозицијом нанет слој сребра. Овакви SERS супстрати су показали добре перформансе, али услед склоности сребра да оксидује, испољавају проблем деградације након неколико месеци односно много брже при осветљавању ласерским снопом. У чланку [7] се описују резултати испитивања Рамановог расејања на молекулима Cu-TMPyP4 депонованих на описане SERS супстрате и показује повећање стабилности SERS ефекта пресвлачењем целе структуре слојем графен оксида.

[7] K. V. Girel, A. Yu. Panarin, H. V. Bandarerenka, G. Isić, V. P. Bondarenko, S. N. Terekhov  
Plasmonic silvered nanostructures on macroporous silicon decorated with graphene oxide for SERS-spectroscopy  
Nanotechnology 29, 395708 (2018)  
Имакт фактор (2016): 3.44  
Категорија часописа (2016): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 6  
Mnorm: 8  
SNIP (2016): 0.98

#### 2.4. Спектроскопска елипсометрија танких филмова

Полупроводничке CdSe/CdS наноплочнице (енг. nanoplatelets) испољавају уске и интензивне траке у апсорпционом и фотолуминисцентном спектру у видљивом опсегу, што их чини погодним за бројне примене у оптоелектроници. Од посебног интереса је припрема и оптичка карактеризација танких филмова са прецизно контролисаном количином наноплочница. Истраживања на ову тему су вршена у сарадњи са групом проф. Михаила Артемјева из Института за физичко хемијске проблеме, Белоруског државног универзитета у Минску, кроз пројекат билатералне научно-технолошке сарадње између Србије и Белорусије, циклус 2016-2017, којим је руководила др Соња Ашкрабић а где је кандидат био члан пројектног тима.

У чланку [8] се описују резултати испитивања оптичких особина ултратанких филмова сачињених од једног слоја негативно наелектрисаних CdSe/CdS наноплочница припремљених електростатичком слој-по-слој депозицијом на SiO<sub>2</sub>/Si супстрате. Комбиновањем елипсометријских спектара и мерења топографије скенирајућим микроскопом на бази атомских сила, одређен је екстинкциони спектар наноплочница и утврђено је да испољава два карактеристична екситонска пика који су плаво померени у односу на колоидне наноплочнице.

[8] M. M. Jakovljević, S. Aškrabić, G. Isić, B. Vasić, R. Gajić, M. Artemyev  
Pseudo-refractive index and excitonic features of single layer CdSe/CdS core-shell nanoplatelet films  
Nanotechnology 31, 435708 (2020)  
Имакт фактор (2020): 3.874  
Категорија часописа (2020): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 1  
Mnorm: 8  
SNIP (2020): 0.81

### 3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

#### 3.1. Квалитет научних резултата

##### 3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Кандидат је у свом досадашњем раду објавио укупно 45 радова у међународним часописима са ISI листе. Од тога је 6 у часописима категорије M21a, 28 у часописима категорије M21, 4 у часописима категорије M22 и 7 у часописима категорије M23.

У изборном периоду, кандидат је објавио укупно 9 радова у часописима са ISI листе. Од тога је 1 у часописима категорије M21a, 7 у часописима категорије M21, и 1 у часопису категорије M23. Поред објављивања у поменутиим часописима, кандидат је најзначајније резултате представио на предавањима по позиву и саопштењима на међународним научним скуповима.

##### Најзначајнији радови кандидата у изборном периоду

Значај односно допринос радова наведених испод као целине је укратко објашњен у одељку 2. "Преглед научне активности". Овде се објашњава конкретан допринос кандидата.

- [1] G. Isić, S. Vuković, Z. Jakšić, M. Belić  
Tamm plasmon modes on semi-infinite metallodielectric superlattices  
Scientific Reports 7, 3746 (2017)  
Импакт фактор (2015): 5.228  
Категорија часописа (2015): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 3  
 $M_{norm}$ : 8  
SNIP (2015): 1.61  
DOI: 10.1038/s41598-017-03497-z

Кандидат је развио и имплементирао трансфер-матрични модел за одређивање одзива коначних и полубесконачних металодиелектричних структура на импулсну побуду, којим се егзактно могу описати системи са дисипацијом (у формализму макроскопске електродинамике на коме је модел заснован, дисипација се укључује кроз имагинарни део диелектричне пермитивности метала) и то коришћењем експерименталних диелектричних функција сребра. На основу анализе одзива суперрешетки са различитим металима, оксидима и геометријским параметрима, кандидат је формулисао хипотезу да Тамова мода хомоинтерфејса има идентичну дисперзиону криву као површински плазмон поларитон једноструког интерфејса а затим доказао исту аналитичким извођењем. Кандидат је уврдио да се проблем Тамових стања хетероинтерфејса може анализирати кроз интеракцију површинског плазмон поларитона првог интерфејса и Тамове моде хомоинтерфејса закопаног испод горњег слоја. Кандидат је такође развио нумеричку методу са рачунање комплексних дисперзионих кривих из којих су утврђене дужине простирања Тамових мода као и резидуали на основу којих се може проценити део фотона који би у процесу спонтане емисије били емитовани у Тамову моду. На крају, кандидат је предложио организацију текста рада, написао прву верзију и нацртао све слике и графике.

- [2] G. Isić, G. Sinatkas, D. C. Zografopoulos, B. Vasić, A. Ferraro, R. Beccherelli, E. E. Kriezis, M. Belić

Electrically Tunable Metal-Semiconductor-Metal Terahertz Metasurface Modulators  
IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics 25, 8500108 (2019)  
Импакт фактор (2019): 4.917  
Категорија часописа (2019): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 18  
 $M_{norm}$ : 5  
SNIP (2019): 1.62  
DOI: 10.1109/JSTQE.2019.2893762

Кандидат је формулисао и имплементирао нумерички модел за егзактно решавање проблема расејавања терахерцног таласа на низу метал-полупроводник-метал структура при чему полупроводник има нехомогену Друдову проводност (због варијације концентрације електрона), након чега је извршио велики број нумеричких симулација за структуре различитих геометријских параметара. Кандидат је формулисао феноменолошки модел за описивање спектралног одзива низа резонатора заснован на теорији временски спрегнутих мода (ТСМТ од енг. temporal coupled mode theory), написао програм за фитовање модела на нумерички рачунате спектре, на бази чега су извучени ТСМТ параметри (својствена фреквенција резонантне моде, брзина радијативног и нерадијативног распада) и анализирана њихова зависност од параметара резонатора. На бази феноменолошког модела је, затим, објаснио постепено погоршање перформанси оваквих система са повећавањем фреквенције. Кандидат је, такође, извршио све прорачуне на бази модела потпуног осиромашења и упоредио резултате са нумеричким резултатима на бази дрифт дифузионог модела добијеним од других коаутора. На крају, кандидат је нацртао све графике и слике у раду, осмислио начин излагања и написао прву верзију рада.

- [3] G. Isić, D. C. Zografopoulos, D. B. Stojanović, B. Vasić, M. R. Belić  
Beam Steering Efficiency in Resonant Reflective Metasurfaces  
IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics 27, 4700208 (2021)  
Импакт фактор (2019): 4.917  
Категорија часописа (2019): M21  
Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 3  
 $M_{norm}$ : 8  
SNIP (2019): 1.62  
DOI: 10.1109/JSTQE.2020.3006368

Кандидат је формулисао проблем оптимизације ефикасности управљања снопом код метаповршина (на бази дискусије са коауторима током припреме претходног рада IEEE JSTQE 26, 7701609 (2020)) и предложио апроксимативни модел за процену ефикасности, базиран на скаларној дифракционој теорији и Фраунhoferовој апроксимацији за опис поља, односно на ТСМТ моделу за опис интеракције поља и појединачних резонатора. Кандидат је, затим, имплементирао поменути апроксимативни модел и приступио нумеричкој оптимизацији различитих метаповршина. На бази правилности добијених резултата, кандидат је констатовао да вероватно постоји аналитичка формула којом се дата метаповршина може оптимизовати и приступио анализи проблема, из чега је, на крају, формулисао теорију за егзактну оптимизацију апроксимативног модела описану у раду. Кандидат је, такође, имплементирао модел за све егзактне нумеричке симулације градијентних метаповршина и извршио прорачуне за већи број случајева и спровео анализу. На крају, кандидат је нацртао све графике и слике у раду, осмислио начин излагања и написао прву верзију рада.

[4] B. Vasić, G. Isić

Refractive index sensing with hollow metal-insulator-metal metasurfaces

Journal of Physics D: Applied Physics 54, 285106 (2021)

Имакт фактор (2019): 3.169

Категорија часописа (2019): M21

Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 4

$M_{norm}$ : 8

SNIP (2019): 1.15

DOI: 10.1088/1361-6463/abfa3c

Кандидат је формулисао алгоритам за екстракцију ТСМТ параметара на бази нумерички симулираних рефлексионих спектра. Кандидат је извео зависност ТСМТ параметара од геометријских и параметара материјала метаповршине и објаснио како се постиже режим критичног спрезања за који је показано да омогућава оптималне перформансе при детекцији промене индекса преламања. Кандидат је имплементирао модел за нумеричке симулације на бази методе коначних елемената, којим су верификовани резултати добијени RCWA методом приказани у раду (RCWA од енг. rigorous coupled wave analysis; у питању је метода којом се, као и у случају методе коначних елемената, Максвелове једначине решавају егзактно, али је RCWA заснована на развоју поља у Фуријеов ред, због чега је, иако бржа, понекад непрецизна у системима који имају велики контраст индекса преламања, као што је случај код племенитих метала у терахерцном подручју).

[5] K. V. Girel, A. Yu. Panarin, H. V. Bandarerenka, G. Isić, V. P. Bondarenko, S. N. Terekhov

Plasmonic silvered nanostructures on macroporous silicon decorated with graphene oxide for SERS-spectroscopy

Nanotechnology 29, 395708 (2018)

Имакт фактор (2016): 3.44

Категорија часописа (2016): M21

Број хетероцитата (SCOPUS август 2022): 6

$M_{norm}$ : 8

SNIP (2016): 0.98

DOI: 10.1088/1361-6528/aad250

Кандидат је имплементирао нумерички модел на бази методе коначних елемената, којим се за сложене сребрне структуре испитиване у чланку (макропорозни силицијум пресвучен сребрним филмом на кога су депоноване сребрне наночестице) омогућава процена положаја "врућих тачака" и појачања које оне омогућавају. Поред тога, кандидат је имплементирао модел за прорачун расејања електромагнетног поља у оваквим структурама у случају кад су пресвучене графен оксидом и показао да је смањење појачања услед присуства графен оксида углавном занемарљиво. На бази добијених нумеричких резултата, кандидат је допринео адекватном тумачењу мерења и учествовао у писању текста рада.

### 3.1.2. Цитираност научних радова кандидата

Према SCOPUS бази, радови кандидата су цитирани укупно 928 пута, односно 877 пута уз h - индекс 14.

Према ISI Web of Knowledge бази, радови кандидата су цитирани укупно 861 пута, односно 807 пута уз h - индекс 14.

Према Google Scholar бази, радови кандидата су цитирани укупно 1102 пута уз h - индекс 14.

Листинг све три базе из августа 2022. године је дат у прилогу.

### 3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

Сумарни импакт фактор радова кандидата за целу каријеру је 129.164, а за изборни период сумарни импакт фактор је 37.164.

У изборном периоду, кандидат је објавио радове у следећим часописима:

- [1 M21a] Applied Surface Science
- [1 M21] Journal of Physics D: Applied Physics
- [2 M21] IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics
- [3 M21] Nanotechnology
- [4 M21] IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics
- [5 M21] IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics
- [6 M21] Nanotechnology
- [7 M21] Scientific Reports
- [1 M23] Optical and Quantum Electronics

Табела са библиометријским показатељима квалитета ових часописа је дата испод (ознака у угластим заградама у листи изнад одговара редном броју чланка у табели испод).

Три најугледнија часописа (по имакт фактору) у којима је кандидат објављивао у изборном периоду су: Applied Surface Science, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics и Scientific Reports.

**Табела са радовима кандидата објављеним у часописима категорије M20 у изборном периоду**

Р.б. чланка (Ч)	Број коаутора (А)	М	М/А	ИФ	ИФ/А	СНИП	СНИП/А	Мнорм
1 M21a	8	10	1.250	5.155	0.644	1.350	0.169	8.333
1 M21	2	8	4.000	3.169	1.585	1.150	0.575	8.000
2 M21	5	8	1.600	4.917	0.983	1.620	0.324	8.000
3 M21	6	8	1.333	3.874	0.646	0.810	0.135	8.000
4 M21	4	8	2.000	4.917	1.229	1.620	0.405	8.000
5 M21	8	8	1.000	4.917	0.615	1.620	0.203	5.000
6 M21	7	8	1.143	3.440	0.491	0.980	0.140	8.000
7 M21	4	8	2.000	5.228	1.307	1.610	0.403	8.000

1 M23	7	3	0.429	1.547	0.221	0.660	0.094	3.000
Укупно:		69.000	14.755	37.164	7.721	11.420	2.447	64.333

**Табела: резиме библиометријских показатеља за радове објављене у изборном периоду**

	ИФ	М	СНИП
Укупно	37.164	69	11.420
Усредњено по чланку	4.129	7.667	1.269
Усредњено по аутору	7.721	14.755	2.447

**Табела са резултатима категорије М30 које је кандидат остварио након претходног избора у звање**

Р.б. чланка (Ч)	Број коаутора (А)	М	М/А	Мнорм
1 М31	8	3.500	0.438	2.188
1 М33	5	1.000	0.200	1.000
2 М33	8	1.000	0.125	0.625
3 М33	6	1.000	0.167	0.833
4 М33	7	1.000	0.143	0.714
1 М34	5	0.500	0.100	0.500
2 М34	5	0.500	0.100	0.500
3 М34	5	0.500	0.100	0.500
4 М34	4	0.500	0.125	0.500
5 М34	3	0.500	0.167	0.500
6 М34	2	0.500	0.250	0.500
7 М34	10	0.500	0.050	0.313
8 М34	5	0.500	0.100	0.500
9 М34	4	0.500	0.125	0.500
10 М34	4	0.500	0.125	0.500
11 М34	9	0.500	0.056	0.357
12 М34	3	0.500	0.167	0.500
13 М34	3	0.500	0.167	0.500
14 М34	14	0.500	0.036	0.208
15 М34	7	0.500	0.071	0.500
Укупно:		15.000	2.810	12.238

### ***3.1.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству***

Кандидат је, до сада, руководио укупно 7 пројеката билатералне међународне научно-технолошке сарадње, био представник Србије у управном одбору и самим тим лидер тима Института за физику у Београду у 2 COST акције и руководио пројектом Програма за изврсне пројекте младих истраживача (ПРОМИС) Фонд за науку Републике Србије. На основу резултата остварених на поменути пројектима је, до сада, објављено више од 10 радова у часописима са ISI листе и већи број саопштења на међународним конференцијама. Кандидат је, дакле, поред конкретног доприноса објашњеног за најзначајније радове у одељку 3.1.1. "Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова", по својој улози имао значајан утицај на избор научне теме и начин реализације истраживања који су довели до поменутих публикација.

### ***3.1.5. Награде***

- [1] Overseas Research Students Awards Scheme (ORSAS) 2007-2010 - стипендија за докторске студије у Великој Британији
- [2] Tetley&Lupton Award (University of Leeds) 2007-2010 - стипендија за докторске студије на Универзитету у Лидсу
- [3] F.W. Carter prize 2011-2012 - награда за најбољу докторску дисертацију одбраћену на Факултету за електронику и електротехнику Универзитета у Лидсу у Великој Британији током 2011. године
- [4] Стипендија Министарства просвете и науке за шестомесечно постдокторско усавршавање у иностранству за 2012. годину

### ***3.1.6. Елементи применљивости научних резултата***

Заједничко за 4 набројане теме којима се кандидат бавио (а поготово у изборном периоду) у одељку 2. "Преглед научне активности", је да су у питању системи чије занимљиве особине проистичу из спреге особина материјала и њихове геометрије. Применљивост ових система проистиче из чињенице да се њихове особине могу пројектовати, односно да су зависне од конкретних материјала и геометријских параметара. Због тога, иако је рад кандидата усмерен на фундаментална односно општа својства таквих система, истраживања инхерентно имају јасну компоненту применљивости.

У случају теме из одељка 2.1. "Плазмонске екситације у металодиелектричним суперрешеткама", потенцијалне примене су у развоју оптичких система са резолуцијом бољом од дифракционог лимита и системе у којима је потребно контролисати ефикасност спонтане емисије квантних емитера, као што су ласери, емитери појединачних фотона и емитери светлости уопште.

"Терахерцне метаповршине" из одељка 2.2. имају примену у терахерцној технологији чији се убрзани развој одвија током протекле две деценије. Конкретно, радови кандидата нуде нова решења за терахерцне компоненте за управљање терахерцним зрачењем, модулацију и за терахерцне детекторе промене индекса преламања малих количина анализата.

Резултати остварени у оквиру теме описане у одељку 2.3. "Површином подстакнута Раманова спектроскопија" су значајни за развој нових SERS супстрата који служе за Раманову спектроскопију (којом се постиже хемијска детекција односно идентификација) мале количине молекула, што је најчешће случај у пракси.

Утврђене особине танких филмова полупроводничких нанопластица наведене у оквиру одељка 2.4. "Спектроскопска елипсометрија танких филмова" су потенцијално значајне за развој различитих технологија (за изворе зрачења, дисплеје, детекторе) базираних на кадмијумским нанопластицама чија је колоидна синтеза јефтина а које имају одређене предности у односу на квантне тачке (уске и интензивне емисионе линије).

### **3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова**

Кандидат је био коментор др Милки Јаковљевић у изради дисертације под насловом "Проучавање плазмонских наноструктура коришћењем спектроскопске елипсометрије" коју је 14. септембра 2015. године одбранила на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Кључни научни доприноси дисертације, описани у поглављима "3. Дисперзије јако конфинираних површинских плазмона у правоугаоним фишнет структурама" и "4. Спектроскопска елипсометрија златних прекинутих прстенова у инфрацрвеном делу спектра" и верификовани кроз публикавање у научним часописима (чланци [12], [20] и [23 категорије M21 у приложеном списку радова), су резултат научне сарадње кандидата и др Милке Јаковљевић.

Доказ: Извод из дисертације др Милке Јаковљевић који обухвата захвалницу и садржај (у прилогу).

Кандидат био ментор Урошу Ралевићу у изради докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду под насловом "Наноскопија и примене дводимензионалних и квази дводимензионалних система" одбрањене 4. септембра 2017. године. Кандидат и др Урош Ралевић су коаутори на укупно 3 рада настала из ове дисертације (број [1] из категорије M21a, односно [10] и [14] из категорије M21 са приложеног списка) у којима је имао менторску улогу.

Доказ: годишњи извештаји о раду докторанда на пројекту основних истраживања 171005 за 2016. и 2017. годину (видети прилог).

#### **Напомена:**

Статут Електротехничког факултета Универзитета у Београду не дозвољава истраживачима који нису у сталном радном односу на факултету (а кандидат није) (ко)менторство. Због тога се (ко)менторство у оба случаја изнад потврђује индиректно - кроз захвалницу дисертације др Милке Јаковљевић односно извештај о раду докторанда на пројекту МПНТР у случају др Уроша Ралевића.

Поред поменутих (ко)менторстава, кандидат је ангажман у формирању научних кадрова остварио кроз укључивање младих колега на научноистраживачке пројекте којима руководи или је руководио у прошлости и са којима сарађује кроз реализацију пројектних задатака:

**др Борислав Васић (виши научни сарадник Института за физику Београд)**

Grande Rilevanza билатерала са Италијом 2014-2015

Билатерала са Немачком 2015-2016

Билатерала са Хрватском 2016-2017



Билатерала са Немачком 2017-2018  
ПРОМИС PV-Waals 2020-2022

**др Соња Ашкрабић (више научни сарадник Института за физику Београд)**

Билатерала са Белорусијом 2016-2018  
Билатерала са Црном Гором 2016-2018  
Билатерала са Немачком 2017-2018  
Билатерала са Белорусијом 2018-2019  
ПРОМИС PV-Waals 2020-2022

**др Милка Јаковљевић (научни сарадник Института за физику Београд)**

Grande Rilevanza билатерала са Италијом 2014-2015  
Билатерала са Немачком 2015-2016  
Билатерала са Хрватском 2016-2017  
Билатерала са Белорусијом 2016-2018  
Билатерала са Немачком 2017-2018  
Билатерала са Белорусијом 2018-2019  
ПРОМИС PV-Waals 2020-2022

**Урош Ралевић (научни сарадник Института за физику Београд)**

Grande Rilevanza билатерала са Италијом 2014-2015  
Билатерала са Немачком 2015-2016  
Билатерала са Хрватском 2016-2017  
Билатерала са Белорусијом 2016-2018  
Билатерала са Немачком 2017-2018  
Билатерала са Белорусијом 2018-2019  
ПРОМИС PV-Waals 2020-2022

**Ивана Петровић (истраживач сарадник Пољопривредног факултета Универзитета у Београду)**

Билатерала са Црном Гором 2016-2018  
Билатерала са Белорусијом 2018-2019

**Војислав Милошевић (истраживач сарадник Института за физику Београд)**

Билатерала са Црном Гором 2016-2018

**Данка Стојановић (истраживач сарадник Института за нуклеарне науке "Винча")**

Билатерала са Црном Гором 2016-2018

**Мирјана Милетић (истраживач сарадник Института за физику Београд)**

Билатерала са Белорусијом 2018-2019

**Станко Недић (научни сарадник Института за физику Београд)**

ПРОМИС PV-Waals 2020-2022

### 3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Укупан број М бодова по основу резултата у категоријама М11, М12, М21, М22 и М23 које је кандидат остварио у изборном периоду је 69 а нормирано према Правилнику, тај број износи 64.33, дакле нормирањем се број бодова смањује за мање од 7%. Број бодова по основу радова у поменутиим категоријама је, у сваком случају, знатно већи од захтеваног минимума од 35 за избор у звање научни саветник.

Међу експерименталне радове, који се према Правилнику признају са пуним бројем бодова са до 7 коаутора, спадају [1] из категорије М21а, [3] и [6] из категорије М21 и [1] из категорије М23 (списак радова кандидата је дат у прилогу). Сви остали радови спадају у категорију нумеричких, који се према Правилнику признају са пуним бројем бодова са до 5 коаутора. Табела са детаљима нормирања и броја аутора је дата у одељку 3.1.3. "Параметри квалитета радова и часописа".

### 3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је до сада руководио укупно 7 пројеката билатералне међународне научно-технолошке сарадње и 1 пројектом Програма за извршне пројекте младих истраживача. Пројекти који су започети или били у току у изборном периоду су означени звездицом.

**[\*1] Назив пројекта:** "Nanometer thin photovoltaics based on plasmonically enhanced van der Waals heterostructures"

**Тип пројекта:** Програм за извршне пројекте младих истраживача (ПРОМИС)

**Покровитељи:** Фонд за науку Републике Србије

**Руководилац:** др Горан Исић

**Веб страна:** [pv-waals.com](http://pv-waals.com)

**Период:** 2020-2022

Доказ: прва страна уговора о финансирању (у прилогу).

**[\*2] Назив пројекта:** "Филмови металних наночестица као нови биохемијски СЕРС сензори"

**Тип пројекта:** Билатерална научна и технолошка сарадња између Републике Србије и Републике Белорусије

**Покровитељи:** Министарство просвете науке и технолошког развоја (српска страна) и Државни комитет за науку и технологију Републике Белорусије (белоруска страна)

**Партнер:** В.І. Stepanov Institute of Physics, National Academy of Sciences of Belarus

**Руководилац партнера:** др Андреј Панарин

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2018-2019

Доказ: обавештење о одобравању финансирања (у прилогу).

**[\*3] Назив пројекта:** "Resonant Nanostructures for Controlling Spontaneous Emission (RESONANCE)"

**Тип пројекта:** Билатерална научно-технолошка сарадња између Републике Србије и Савезне Републике Немачке

**Покровитељи:** Министарство просвете науке и технолошког развоја (српска страна) и Немачка служба за академску размену DAAD (немачка страна)

**Партнер:** Nano Optics Group (Prof. Thomas Pertsch) Institute for Applied Physics, Friedrich Schiller University Jena, Germany (<http://www.iap.uni-jena.de/nanooptics.html>)

**Руководилац партнера:** проф Томас Перч

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2017-2018

Доказ: обавештење о одобравању финансирања (у прилогу).

**[\*4] Назив пројекта:** "Површином подстакнута Раманова спектроскопија као метода праћења концентрације неорганских нутријената у морској води"

**Тип пројекта:** Билатерална научна и технолошка сарадња између Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Министарства науке Црне Горе

**Покровитељи:** Министарство просвете науке и технолошког развоја (српска страна) и Министарство науке Црне Горе (црногорска страна)

**Партнер:** Институт за биологију мора, Универзитет Црне Горе

**Руководилац партнера:** др Бранка Песторић

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2017-2018

Доказ: обавештење о одобравању финансирања (у прилогу).

**[5] Назив пројекта:** "Сребрне наноструктуре покривене графеном као побољшани СЕРС супстрати"

**Тип пројекта:** Билатерална научна и технолошка сарадња између Републике Србије и Републике Белорусије

**Покровитељи:** Министарство просвете науке и технолошког развоја (српска страна) и Државни комитет за науку и технологију Републике Белорусије (белоруска страна)

**Партнер:** V.I. Stepanov Institute of Physics, National Academy of Sciences of Belarus

**Руководилац партнера:** др Андреј Панарин

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2016-2017

**[6] Назив пројекта:** "Плазмонске структуре великих површина за хемијску и биолошку детекцију"

**Тип пројекта:** Билатерална научно-технолошка сарадња између Републике Србије и Републике Хрватске

**Покровитељи:** Министарство просвете науке и технолошког развоја (српска страна) и Министарство знаности, образовања и спорта (хрватска страна)

**Партнер:** Лабораториј за оптику и оптичке танке слојеве (<http://www.irb.hr/Istrazivanje/Zavodi/Zavod-za-fiziku-materijala/Laboratorij-za-optiku-i-opticke-tanke-slojeve>)

**Руководилац партнера:** др Жорди Санчо Парамон

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2016-2017

[7] **Назив пројекта:** "Femtosecond Surface Plasmon Dynamics at the Nanoscale (SP-DYNANO)"

**Тип пројекта:** Билатерална научно-технолошка сарадња између Републике Србије и Савезне Републике Немачке

**Покровитељи:** Министарство просвете науке и технолошког развоја (српска страна) и Немачка служба за академску размену DAAD (немачка страна)

**Партнер:** Nano Optics Group (Prof. Thomas Pertsch) Institute for Applied Physics, Friedrich Schiller University Jena, Germany (<http://www.iap.uni-jena.de/nanooptics.html>)

**Руководилац партнера:** проф Томас Перч

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2015-2016

[8] **Назив пројекта:** "Liquid-crystal-tunable nanoplasmonic structures based on periodically patterned metallic films (LC-NANOPLASM)"

**Тип пројекта:** Grande Rilevanza билатерална научна сарадња Републике Србије са Италијанском Републиком

**Покровитељ:** Министарство спољних послова Италије

**Партнер:** National Research Council - CNR Institute for Microelectronics and Microsystems Rome, Italy (<https://www.imm.cnr.it/>)

**Руководилац партнера:** др Димитриос Зографопулос

**Руководилац са српске стране:** др Горан Исић

**Период:** 2014-2015

### 3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Ради прегледности овог одељка, односно олакшавања утврђивања испуњености критеријума, ставке из овог одељка су организоване у Групу А и Групу Б, у складу са "Упуством о начину писања извештаја о изборима у звања" усвојеног на седницама Матичног одбора за физику (МОФ) од 19. марта и 16. априла 2021. године.

1	А	научни одбори (друштва, часописи)
2		рецензије (часописи, пројекти)
3		научна тела (МПНТР, држава)
4	Б	научни одбори конференција
5		предавања по позиву

**Група А: научни одбори (друштва, часописи), рецензије (часописи, пројекти), научна тела (МПНТР, држава)**

Кандидат је остварио следеће ставке (ставке у којима је постојала активност у изборном периоду су означене звездицом):

[\*1] Кандидат је ангажован као експерт за рецензију 2 пројекта за ERA.Net RUS Plus Call. У питању је програм за остваривање научне сарадње између земаља Европске уније и Русије, финансиран од стране Европске уније.

Као доказ, у прилогу се наводи мејл потврде од DLR Project Management Agency.

[\*2] Кандидат је био рецензент уџбеника "НАНОЕЛЕКТРОНИКА: решени задаци са рачунарским вежбама" од аутора Наташе Самарџић, који се користи као практикум на трећој години основних академских студија студијског програма Енергетика, електроника и телекомуникације на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду, у оквиру предмета "Микро и нано електроника".

Као доказ, у прилогу се даје копија првих страна публикације.

[\*3] Кандидат је члан Оптичког друштва Србије (<http://www.ods.org.rs>)

[\*4] У току досадашње каријере, кандидат је рецензирао више десетина научних чланака за разне међународне научне часописе, укључујући:

- Часописе које издаје American Physical Society: Physical Review Letters, Physical Review A, Physical Review B, Physical Review Applied
- Часописе које издаје Optical Society of America: Optics Letters (\*), Optics Express, Journal of the Optical Society of America B, Applied Optics (\*)
- Часописе које издаје American Institute of Physics: Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics
- Разне друге часописе, укључујући: Scientific Reports, Journal of Physics D: Applied Physics (\*), Journal of Nanophotonics, Optical Materials, Journal of Physics: Condensed Matter, Semiconductor Science and Technology, Journal of Optics, Optical and Quantum Electronics (\*), Nanotechnology (\*)

Доказ: пошто су докази обављених рецензија за наведе часописе већ достављани приликом избора у претходна звања, овом приликом се достављају докази (захвалнице уредништва часописа у форми електронског дописа, уз неопходне модификације да би се сачувала анонимност рецензије) само за 5 одабраних рецензија обављених у изборном периоду (у прилогу). Часописи за које се овом приликом достављају докази су означени звездицом.

[\*5] Кандидат је био члан Управног одбора (енг. Managing Committee - MC) COST Акција MP1302 "NanoSpectroscopy" и CA16215 "European network for the promotion of portable, affordable and simple analytical platforms (PortASAP)" у чијим активностима је учествовао са сарадницима из тима Института за физику Београд чији је руководиоца. Као потврду погледати списак чланова Управног одбора на веб страницама одговарајућих COST акција. ([www.cost.eu/actions/MP1302/](http://www.cost.eu/actions/MP1302/) и [www.cost.eu/actions/CA16215/](http://www.cost.eu/actions/CA16215/))

[6] Кандидат је регистрован као експерт за рецензију пројеката HORIZON 2020 и током 2015. године је рецензирао 10 пројектних пријава из области нанооптике и плазмонице за H2020 FETOPEN 2015/2 RIA позив.

## **Група Б: научни одбори конференција, предавања по позиву**

### **Чланства у одборима међународних научних конференција и одборима научних друштава**

Кандидат је био или је тренутно члан следећих одбора (чланства реализована у изборном периоду су означена звездицом):

**[\*1]** Научни одбор међународне конференције "VIII International School and Conference on Photonics - PHOTONICA 2021" одржане 23.-27. августа 2021. године у Београду  
Доказ: листа чланова научног одбора са веб сајта конференције (у прилогу).

**[\*2]** Научни одбор међународне конференције "VII International School and Conference on Photonics - PHOTONICA 2019" одржане 26.-30. августа 2019. године у Београду  
Доказ: листа чланова научног одбора са веб сајта конференције (у прилогу).

**[\*3]** Научни одбор међународне конференције "VI International School and Conference on Photonics - PHOTONICA 2017" одржане 28. августа-1. септембра 2017. године у Београду  
Доказ: листа чланова научног одбора са веб сајта конференције (у прилогу).

**[4]** Научни одбор међународне конференције "V International School and Conference on Photonics - PHOTONICA 2015" одржане 24.-28. августа 2015. године у Београду

**[5]** Организациони одбор међународне конференције "IV International School and Conference on Photonics - PHOTONICA'13" одржане 26.-30. августа 2013. године у Београду

### **Предавања по позиву**

Ставке остварене у изборном периоду су означене звездицом.

**[\*1]** G. Isić, G. Sinatkas, D. C. Zografopoulos, B. Vasić, A. Ferraro, R. Beccherelli, E. E. Kriezis, M. Belić  
Terahertz Modulation by Schottky Junction in Metal-Semiconductor-Metal Microcavities  
Proceedings of the 2019 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), 9-13 July 2019, Angers, France  
Pages: 1-4 (Fr.D1.4)  
URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8840432>  
Доказ: позивно писмо (у прилогу).

**[\*2]** G. Isić, U. Ralević  
Nanometer thin photovoltaics based on plasmonically enhanced van der Waals heterostructures (PV-Waals project presentation while visiting IRB)  
Laboratory of Optics and Optical Thin Films, Ruđer Bošković Institute, Zagreb  
August 2nd, 2021  
Доказ: позивно писмо (у прилогу).

- [3] G. Isić, M.M. Jakovljević, B. Dastmalchi, R. Gajić  
Gap plasmons in metallic nanostructures  
2nd International Workshop on Metallic Nano-Objects: From Fundamentals to Applications  
University of Lille1, 13th-14th November 2014  
Villeneuve d' Ascq, France  
Book of abstracts page 23  
Веб адреса: <http://mno2014.univ-lille1.fr/>

### **3.6. Утицај научних резултата**

Према "Упутству о начину писања извештаја о изборима у звања" усвојеног на седницама Матичног одбора за физику од 19. марта и 16. априла 2021. године, минималне вредности библиометријских показатеља за избор у звање научни саветник су 100 хетероцитата и h-индекс (Хиршов индекс) од 10. Кандидат значајно премашује ове услове пошто је установљено да има више од 800 хетероцитата и Хиршов индекс 14.

За више детаља, видети одељке "2. Преглед научне активности", "3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицајност научних радова" и "3.1.2. Позитивна цитираност научних радова кандидата".

### **3.7. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Видети одељке "2. Преглед научне активности", "3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицајност научних радова" и "3.1.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима и иностранству".

### **3.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности**

У изборном периоду, кандидат је одржао 2 предавања по позиву:

- [1] G. Isić, G. Sinatkas, D. C. Zografopoulos, B. Vasić, A. Ferraro, R. Beccherelli, E. E. Kriezis, M. Belić  
Terahertz Modulation by Schottky Junction in Metal-Semiconductor-Metal Microcavities  
Proceedings of the 2019 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), 9-13 July 2019, Angers, France  
Pages: 1-4 (Fr.D1.4)  
URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8840432>

Доказ: позивно писмо (у прилогу).

- [2] G. Isić, U. Ralević  
Nanometer thin photovoltaics based on plasmonically enhanced van der Waals heterostructures (PV-Waals project presentation while visiting IRB)  
Laboratory of Optics and Optical Thin Films, Ruđer Bošković Institute, Zagreb  
August 2nd, 2021

Доказ: позивно писмо (у прилогу).

Поред тога, одржао је 2 регуларна предавања на међународним конференцијама

- [1] G. Isić, S. Nedić, B. Vasić, U. Ralević, S. Aškračić  
Analysis of the ellipsometric spectra of nanometer thick polyelectrolyte layers on silicon wafers with thermally grown silicon dioxide  
15th Photonics Workshop, 13-16 March 2022, Kopaonik, Serbia
- [2] G. Isić, D. C. Zografopoulos, D. B. Stojanović, B. Vasić, M. Belić  
Efficient beam steering with gradient metasurfaces  
13th Photonics Workshop, 8-12 March 2020, Kopaonik, Serbia



#### 4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања:

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21a	10	1	10	8.333
M21	8	7	56	53
M22	5	0	0	0
M23	3	1	3	3
M31	3.5	1	3.5	2.188
M32	1.5	0	0	0
M33	1	4	4	3.172
M34	0.5	15	7.5	6.878

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни саветник:

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	70	84	<b>76.57</b>
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	50	76.5	<b>69.69</b>
M11+M12+M21+M22+M23	35	69	<b>64.33</b>

## 5. ЗАКЉУЧАК

Кандидат се током досадашње каријере бавио различитим научним темама у оквиру физике кондензоване материје уз методолошки приступ претежно заснован на нумеричким симулацијама уз елементе теорије и експеримента, а најзначајније резултате је остварио у оквиру електродинимике резонантних металних система (плазмоника, метаматеријали). Досадашњи рад кандидата је резултовао објављивањем око 50 чланака у међународним научним часописима који су укупно цитирани више од 800 пута уз h-индекс 14, из чега се може закључити да су произвели значајан одјек у одговарајућој научној заједници.

Анализом квалитативних показатеља рада, као што су чланства у научно-стручним телима, (ко)менторства у изради докторских дисертација, позивна предавања на међународним конференцијама, учешћа у рецензији врхунских часописа и програмским одборима међународних научних конференција у области свог рада, рецензирање научних пројеката пријављених на реномиране научноистраживачке програме Европске уније, руковођење једног пројекта Програма за извршне пројекте младих истраживача (ПРОМИС) Фонда за науку односно седам међународних пројеката билатералне сарадње, свих у оквиру јасно дефинисане научне теме, и у којима већину учесника чине истраживачи млађи од 35 година, констатовали смо да је кандидат доказао иницијативу и способност да самостално концепира своју научну тему и у њу укључи младе истраживаче.

Сматрамо да је кандидат својим свеобухватним досадашњим радом остварио значајан утицај на развој одговарајуће научне области и да је резултатима оствареним у изборном периоду задовољио све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање научни саветник прописане Правилником о стицању истраживачких и научних звања објављеном у "Службеном гласнику РС" бр. 159 од 30. децембра 2020. године, те предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да усвоји предлог за избор др Горана Исића у звање научни саветник.

У Београду, 1. септембар 2022. године

Чланови комисије:

Др Радомир Гајић, научни саветник у пензији  
Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду

Др Јелена Радовановић, редовни професор  
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

Др Александар Крмпот, научни саветник  
Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду

Др Игор Станковић, научни саветник  
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду