

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

Извештај комисије за избор др Јелене Митрић у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 27.04.2021. именовани смо у комисију за избор др Јелене Митрић у звање научни сарадник.

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

Јелена Митрић је рођена 03. јула 1993. године у Београду, у Републици Србији. Основне студије на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду уписала је 2012. године, а завршила 2016. године (просеком 9,14), одбраном дипломском рада под називом „Оптимизација услова јонске измене Fe^{3+} јонима у циљу контролisaња њихове дисперзије у зеолиту ZSM – 5”. За исти рад добила је награду фондације Сестре Булајић за најбоље одбрањен дипломски рад у области физичке хемије. Исте године је уписала мастер академске студије Факултета за физичку хемију и завршила их 2017. године (просек 9,25) одбранивши рад „Карактеризација сребром измењених и дехидратисаних зеолита типа А и X”. 2017. године уписала је докторске академске студије на Факултету за физичку хемију, а завршила их 2021. године (просек 9,4). Докторску дисертацију под насловом „Структурна и оптичка својства полупроводничких наноматеријала: гадолинијум – цирконата и итријум – ванадата допираних еуропијумом, кадмијум – телурида и цинк – оксида модификованог рутенијумовим комплексима”, одбранила је 24.02.2021. на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду.

На Институту за физику је запослена од 2018. године у Лабораторији за истраживања у области електронских материјала. У новембру и децембру 2016. године боравила је у Љубљани, у Словенији, у Јожеф Стефан институту у Лабораторији за нове материјале на студентској пракси. У априлу 2017. године је боравила у Загребу, у Институту за физику у Лабораторији за кохерентну оптику, а током 2019. године, пет месеци је провела у Гранади, у Шпанији, у Геолошком институту, у Лабораторији за кристалографију. До сада је била стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у школским 2013/2014, 2014/2015 и 2015/2016 годинама.

Њена област истраживања је физика материјала, тј. физика и физичка хемија чврстог стања. Аутор и коаутор је 15 научних радова и саопштења од којих су 2 рада у врхунским међународним часописима (категирија М21), 3 рада у истакнутим међународним часописима (категирија М22), 1 саопштење са међународног скупа штампаног у целини (категирија М33) и 9 саопштења са међународних скупова штампана у изводу (категирија М34).

Цитираност објављених научних радова др Јелене Митрић до данашњег дана је 19, са h индексом 3.

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Јелена Митрић се у свом досадашњем научном раду бавила истраживањем структурних и оптичких својстава различитих полупроводничких наноматеријала, нарочито из халкогенидне групе елемената, оксида и телурида. Посебан акценат је дат на разматрању утицаја смањења димензије са балк на нанокристалне полупроводнике и промену њихових структурних и оптичких особина. Досадашња истраживања тичала су се четири важна представника халкогенидних полупроводничких материјала из групе оксида и телурида и то: гадолинијум – цирконата, итријум – ванадата, кадмијум – телурида и цинк – оксида модификованог рутенијумовим комплексима. У склопу ових материјала истраживана су појаве изазване смањењем димензије балк кристала на наноскалу:

- синтеза **нанопрахова гадолинијум – цирконата** и проучавање електрон – фонон интеракције и коегзистенције различитих структурних фаза;
- синтеза **нанопрахова итријум – ванадата допираног еуропијумом** и (квази) изотопски ефекат јона допанта и јона домаћинске решетке, као и појаве површинског оптичког фонона и других мултифононских процеса;
- синтеза **танких филмова кадмијум телурида** и интеракције површински оптичког фонона и плазмона;
- синтеза **нанопластица цинк – оксида** и интеракција са њиховим модификаторима.

1.1. Електрон – фонон интеракција и коегзистенција различитих структурних фаза у наноправима гадолинијум - цирконата

Кандидат је синтетисао наноправе гадолинијум – цирконата допирани јонима еуропијума методом сагоревања гела. Метода сагоревања раствора или аутоигниција је такав процес синтезе кристалних керамичких нанопрахова у којој се користе прекурсори. У овим техникама, интермедијално аморфно стање се формира из течног прекурсора. Жељена кристална фаза се формира директно из аморфног стања локалним померањима јона без интердифузијских врста. Реч сагоревање у овој методи потиче из технологије ракетног горива и састоји се од оксидационог средства и горива. Механизам реакције у гасној смеси је много више комплексан него у обичном кондензованом систему и добијају се производи високе чистоте.

Овако припремљен нанопрах испитиван је далеком инфрацрвеном спектроскопијом. Како је испитиван систем изразито нехомоген материјал, примењује се теорија ефективне средине, за чије је коришћење неопходно да таласна дужина употребљене светлости која интерагује са наночестицама буде много већа од њихове карактеристичне величине, те се тако овакав систем може сматрати хомогеним. Модел теорије ефективне средине има више апроксимација, а како су честице синтетисаног наноматеријала јасно одвојена сферна зрна, коришћена је апроксимација Максвел Гарнета. Овако се моделује диелектрична пропустљивост целог система (која се због поменуте теорије назива ефективна диелектрична пропустљивост). Након тога се моделује диелектрична пропустљивост самог нанопраха, уз помоћ стандардног модела који узима у обзир и допринос решетке и допринос слободних носилаца (комбиновани Лоренцов и Друдеов модел). На овај начин се добија модел који описује вибрације лонгитудиналних и трансверзалних оптичких фонона, као и вибрације плазмона. Овакав модел се користи како би се описале електрон – фонон интеракције. На крају овакав теоријски моделован спектар показује одлично слагање са експериментално измереним инфрацрвеним спектром синтетисаних нанопрахова. Све вредности вибрационих модова померене су односу на балк као последица електрон –

фонон интеракције, а асигнирани су и раније неасигнирани нискофреквенцијски модови на 50 и 126 cm^{-1} . Такође, потврђени су и нискофреквенцијски модови на 175 и 255 cm^{-1} који одговарају савијајућим вибрацијама $\text{O} - \text{Gd} - \text{O}$ и $\text{O} - \text{Zr} - \text{O}$.

Кандидат је такође показао коегзистенцију две фазе у овом материјалу, уређене пироклорне и дефектне флуоритне. Дефектна флуоритна фаза за $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ је потврђена. Ипак, познато је да пироклори типа $\text{Ln}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ (Ln представљају елементе лантаноида) поседују уређену структуру пироклора на ниским температурама. Постоји много истраживања посвећених овој фазној трансформацији, а које дискутују о оптималној температури на којој се она дешава. У овом раду, пак, кандидат тврди да се оваква когзистенција може наћи на 1200°C што је до сад најниже запажена температура. Ово свакако олакшава процес синтеза.

Рамански активни модови ових пироклора потичу од кисеоничних вибрација, и само се четири траке могу видети у једињењима типа $\text{Ln}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$. У уређеној структури, пак, нема мода на 125 cm^{-1} као што измерени експериментални спектар синтетисаних нанопрахова гадолинијум – цирконата у кандидатовим резултатима показује.

Код једињења попут $\text{Ln}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$, може доћи до настанка уређено – дефектног прелаза из уређене пироклорне структуре у дефектну флуоритну и обратно, када дође до пораста температуре. Ово потврђује да у $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$ коегзистирају две фазе: уређена пироклорна и дефектна флуоритна. Ово се у многим другим радовима није могло видети рендгенском дифракцијом на праху, како ова метода анализира узорак по целој запремини, док далека инфрацрвена спектроскопија се бави рефлектованом светлошћу са површине, те може детектовати одређене кристалне фазе на површини. Модови на 330 cm^{-1} и 610 cm^{-1} су јасно видљиви у обе фазе и одговарају $\text{Zr} - \text{O} + \text{O} - \text{Zr} - \text{O}$ вибрационим модовима. На овај начин кандидат тврди да се у његовим узорцима нанопраха гадолинијум – цирконата проналази коегзистенција две фазе – дефектне флуоритне по целој запремини и уређене пироклорне на површини узорка нанопраха гадолинијум – цирконата.

Описани резултати објављени су у једном раду у истакнутом међународном часопису:

- **J. Mitrić**, J. Križan, J. Trajić, G. Križan, M. Romčević, N. Paunović, B. Vasić and N. Romčević, *Structural properties of Eu^{3+} doped $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ nanopowders: Far – infrared spectroscopy*, *Opt. Mater.*, 75, 662 – 665, 2018. Цитиран 5 пута.
M22 DOI: (IF (2018) = 2.687)

1.2. Фононске анализе и квази изотопски ефекат у нанопраху итријум – ванадата допираног јонима еуропијума.

Нанопрахови итријум – ванадата допираног (и контролног, недопираног) јонима еуропијума припремљени су два методама: методом сагоревања гела (описан у делу о гадолинијум – цирконату) и реакцијом у чврстој фази (класична керамичка метода). Најчешћа метода за припрему прахова металних оксида и других чврстих материјала је овакав керамички метод који подразумева млевање прахова оксида, карбоната, оксалата и других једињења који садрже релевантне компоненте, па након тога загревање смеше на одговарајућој температури. Током припреме јако је важно уситњавање материјала (односно, разбијање агломерата), како би се добио што компактнији материјал. Пре загревања прах се обично формира у таблете. Ова метода се често користи као једноставна и јефтина, а ако се одаберу оптимални услови, и поуздана метода за синтезу нанопрахова.

Овако припремљени подвргнути су почетној структурној карактеризацији рендгенске дифракције на праху и високорезолутивне скенирајуће електронске микроскопије. Обе методе омогућиле су добијање квалитетних нанопрахова добро дистрибуираних величина кристалита. Метода сагоревања раствора даје нешто веће величине кристалита и нешто мање хрупаве узорке од класичног керамичког метода. Ови резултати потичу од микроскопије на бази атомских сила. СЕМ анализа показала је да оба узорка имају тенденцију да агломеришу. Ипак, узорци припремљени класичним керамичким методом су више кристалинични, док узорци синтетисани методом сагоревања раствора имају нешто аморфнију структуру.

Кандидат је детаљно анализирао уградњу еуропијумових јона у решетку итријум – ванадата, а то је теоријски описано (квази) изотопским ефектом, чији је детаљан рачун приказан и потврђен раманском спектроскопијом. Еуропијумови јони се измењују без већих нарушавања симетрије осим благе дисторзије $(VO_4)^{3-}$ тетраедара. Такође, метода синтезе не утиче на појаву квази изотопског ефекта, тачније, величина кристалита и морфологија узорка не утичу на уградњу допантног јона еуропијума у домаћинску решетку итријум – ванадата. На квази изотопски ефекат не утиче ни запажена агломерација синтетисаних узорака.

Кандидат је показао да фононски модови истих симетрија показују исту тенденцију смањења/повећања интензитета након допирања решетке итријум – ванадата јонима еуропијума. Ово потиче од благог нарушавања симетрије $(VO_4)^{3-}$ тетраедара.

У најскоријим анализама кандидат је показао спектроскопску анализу инфрацрвених спектра итријум – ванадата допираних еуропијумом. Најновије анализе показују да у оваквим наноструктурама долази до појаве површински оптичких фонона као последица смањења димензије балк кристала итријум – ванадата, који измењују инфрацрвени спектар балк кристала итријум – ванадата. Наиме, долази до цепања широког мода балк итријум – ванадата услед појаве површинског фонона. Измерен експериментални инфрацрвени спектар показује одлично слагање са моделованим инфрацрвеним спектром уз помоћ теорије ефективног медијума у Максвел Гарнет апроксимацији (описаном у делу гадолинијум – цирконата). Такође, постоје разлике у инфрацрвеним спектрима узорака припремљених двома различитим методама. Наиме, код узорка припремљеног методом сагоревања гела, најупечатљивије разлике инфрацрвених спектра на балк и нано кристала итријум – ванадата потичу од појаве површински оптичког фонона. Ипак, код узорка припремљеног реакцијом у чврстој фази, доминирају одређени мултифононски процеси који потичу од допантног јона, еуропијума у односу на површински оптички фонон (који је такође присутан). Ово је такође приказано моделованим инфрацрвеним спектрима. На овај начин приказана је фононска анализа синтетисаних узорака итријум – ванадата допираних јонима еуропијума која зависи од врсте синтезе.

Описани резултати који се тичу квази изотопског ефекта објављени су у једном раду у врхунском међународном часопису:

- **J. Mitrić**, U, **Ralević**, M. **Mitrić**, J. **Ćirković**, G. **Križan**, M. **Romčević**, M. **Gilić** and N. **Romčević**, *Isotope – like effect in $YVO_4:Eu^{3+}$ nanopowders: Raman spectroscopy*, J. Raman Spectrosc., 50, 1 – 7, 2019. Цитиран 6 пута.
M21 DOI: [10.1002/jrs.5584](https://doi.org/10.1002/jrs.5584) (IF (2017) = 2.879)

1.3. Површински оптички фонон – плазмон интеракција у танким филмовима кадмијум – телурида

Танки филмови кадмијум – телурида различитих дебљина синтетисани су методом високовакуумског напаравања (термалног напаравања). Најчешће коришћене методе прављења танких филмова су оне које припадају групи вакуумских метода депозиције, односно физичке депозиције паре (енг. *Physical Vapor Deposition*, PVD). Методе физичке депозиције паре карактерише прелазак материјала из кондензоване фазе у пару (гас), па опет након тога у кондензовану фазу у облику танког филма. Један од најчешћих метода физичке депозиције паре је метода термалног напаравања (ТЕ). ТЕ је вакуумска технологија наношења танког слоја одређеног материјала на различите површине, различитих објеката. Танки слојеви, који се још називају и филмови, обично су дебљине у опсегу од ангстрема до микрона и могу бити према саставу један материјал или више материјала у слојевитој структури.

Кандидат је показао да се узорци добијени овом методом добро искристалисани, равни филмови, мале храпавости од само неколико нанометара. Показано је да се овом техником добијају танки филмови високог квалитета, а посебно нешто дебљи филмови већих величина кристалита.

Кандидат је показао интеракцију површински оптичког фона и плазмона која настаје због смањења димензија кристала кадмијум – телурида на наноскалу. Ова интеракција приказана је на рефлексионим инфрацрвеним и раманским спектрима. За прорачун теоријских инфрацрвених спектра коришћена је теорија ефективног медијума у апроксимацији Максвел Гарнета, која цео систем третира као хомогену смешу са сферним инклузијама. У овој апроксимацији узет је трослојни модел који се састоји од три средине: супстрата, танког филма и ваздуха.

Кандидат је показао да фактор попуњености (filling factor) не зависи од дебљине филма, величине кристалита или концентрације слободних носилаца, а линеарно зависи од позиције површински оптичког фона. Линеарна зависност позиције SOP мода и фактора попуњености за последицу има модификовану плазмон – фонон интеракцију, где SOP има улогу LO фона.

Описани резултати који се тичу квази изотопског ефекта објављени су у једном раду у истакнутом међународном часопису:

- **J. Mitrić, N. Paunović, M. Mitrić, B. Vasić, U. Ralević, J. Trajić, M. Romčević, W. D. Dobrowolski, I. S. Yabia and N. Romčević, *Surface optical phonon – plasmon interaction in nanodimensional CdTe thin films*, Physica E Low Dimens. Syst. Nanostruct., 104, 64 – 70, 2018. Цитиран 4 пута.
M22 DOI: [10.1016/j.physe.2018.07.021](https://doi.org/10.1016/j.physe.2018.07.021) (IF (2018) = 3.176)**

1.4. Интеракција цинк оксида са рутенијумовим комплексима као модификаторима

Наноплочнице цинк – оксида са три модификације – два рутенијумова комплекса (цис, SA и транс, SAh) и 4 – 4' – бипиримидином синтетисане су преципитационим методом. Метода преципитације користи се за добијање чистог кристалног праха одређених једињења, таложењем одговарајуће соли из воденог раствора. У раствору се налази со која садржи катјонски облик елемента од којег се жели синтетисати наноматеријал, као и хидроксидни анјони, који обично потичу од неке базе која се додаје у раствор. Овим се обезбеђује рН

вредност раствора (од 8 до 13), погодан за интеракцију растворених јона, а након тога и таложења самог производа. Производ може бити коначан, чист, кристални прах или неки интермедијарни производ. Како би се избегло стварање било каквог међупроизвода, добијени талог се подвргава калцинацији.

Кандидат је показао да овај метод даје добро искристалисане узорке. У модификованом цинк – оксиду, наноплочице цинк – оксида су мање и прекривене модификаторима.

У узорку ZnO модификованим SA и SAh рутенијумовим комплексима, регистрован је метал – лиганд пренос наелектрисања који за последицу има промене у раманском спектру, а потом и промене у оптичким особинама овог наноматеријала у односу на његов балк аналог.

У флуоресцентном спектру модификованог ZnO запажене су три важне промене: пик који потиче од 4 – 4' – бипиримидина, на 553 nm нестаје, пик који одговара метал – лиганд преносу наелектрисања на 737 nm се појављује и пик на 678 nm који је карактеристичан за ZnO постаје знатно интензивнији. То за последицу има активнију интеракцију између цинк – оксида и рутенијумових комплекса.

Сви добијени резултати за наноплочице цинк – оксида модификоване рутенијумовим комплексима сведоче о томе да је веома значајно наставити истраживање у овом смеру, како би овај материјал нашао још значајнију примену у биомедицини, а посебно ДНК анализи.

Описани резултати који се тичу квази изотопског ефекта објављени су у једном раду у врхунском међународном часопису:

- J. L. Ristić – Đurović, L. Fernandez – Izquierdo, B. Hadžić, L. Jimenez – Hernandez, A. M. Diaz – Garcia, **J. Mitrić**, B. Babić, M. Romčević, S. Ćiroković and N. Romčević, Raman spectroscopy of zinc oxide nanoplatelets modified with ruthenium (II) complexes, *J. Raman Spectrosc.*, 50, 12, 1829 – 1838, **2019**. Цитиран 3 пута.
M21 DOI: [10.1002/jrs.5718](https://doi.org/10.1002/jrs.5718) (IF (2017) = 2.879)

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Јелена Митрић се у току досадашњег рада бавила истраживањем полупроводничких наноматеријала, нарочито из халкогенидне групе елемената периодног система (оксида и телурида). Акцент њеног истраживања је на регистровању и анализирању различитих наобјеката у полупроводничким материјалима, као и описивању њихових структурних и оптичких особина које настају као последица смањења димензија са балк полупроводничких кристала на наноскалу. Током досадашњег рада, кандидаткиња се бавила танким филмовима, наноправима и наноплочицама халкогенидних нанополупроводника кадмијум – телурида, гадолинијум – цирконата, итријум – ванадата и цинк – оксида.

Кандидат је испитујући одређене полупроводничке наноматеријале показао да смањењем димензије балк кристала на нанодимензију долази до појаве различитих интеракција, попут

плазмон – фонон и електрон – фонон интеракција. Ове интеракције описиване су претежно инфрацрвеном спектроскопијом, користећи теорију ефективног медијума у Максвел Гарнет апроксимацији за описивање диелектричне константе система као (ефективно) хомогеног, док су диелектричне пропустљивости материјала описиване стандардним моделом који узима у обзир допринос решетке и допринос слободних носилаца (комбинација Лоренцовом и Друдеовог модела).

Кандидат је испитијући одређене полупроводничке наноматеријале показао како може доћи до појаве (квази) изотопског ефекта у допираним наноправовима, где допантни јон ретке земље заузима место истовалентног јона домаћина, уграђујући се у домаћинску решетку без нарочитог нарушавања симетрије. Ова измена описана је постулатом изотопског ефекта, јер, иако у овом случају не постоје прави изотопи, све апроксимације које важе у изотопском ефекту, у доброј апроксимацији важи и за случајеве јона истог наелектрисања и сличног пречника уз претпоставку непромењене константе силе.

Кандидат је испитујући одређене полупроводничке наноматеријале показао да у оваквим структурама, приликом њихове модификације рутенијумовим комплексима, може доћи међусобне интеракције модификатора и домаћинског материјала, а тиче се преноса наелектрисања унутар структуре. Такође, кандидат је показао да овакве интеракције воде до веће активности почетног материјала.

Комисија истиче као четири најзначајнија рада кандидата:

1. **J. Mitríć**, J. Križan, J. Trajić, G. Križan, M. Romčević, N. Paunović, B. Vasić and N. Romčević, *Structural properties of Eu³⁺ doped Gd₂Zr₂O₇ nanopowders: Far – infrared spectroscopy*, Opt. Mater., 75, 662 – 665, 2018. Цитиран 5 пута.
M22, DOI: [10.1016/j.optmat.2017.11.026](https://doi.org/10.1016/j.optmat.2017.11.026) (IF (2018) = 2.687)
2. **J. Mitríć**, N. Paunović, M. Mitríć, B. Vasić, U. Ralević, J. Trajić, M. Romčević, W. D. Dobrowolski, I. S. Yahia and N. Romčević, *Surface optical phonon – plasmon interaction in nanodimensional CdTe thin films*, Physica E Low Dimens. Syst. Nanostruct., 104, 64 – 70, 2018. Цитиран 5 пута.
M22, DOI: [10.1016/j.physe.2018.07.021](https://doi.org/10.1016/j.physe.2018.07.021) (IF (2018) = 3.176)
3. **J. Mitríć**, U. Ralević, M. Mitríć, J. Ćirković, G. Križan, M. Romčević, M. Gilić and N. Romčević, *Isotope – like effect in YVO₄:Eu³⁺ nanopowders: Raman spectroscopy*, J. Raman Spectrosc., 50, 1 – 7, 2019. Цитиран 6 пута.
M21, DOI: [10.1002/jrs.5584](https://doi.org/10.1002/jrs.5584) (IF (2017) = 2.876)
4. J. L. Ristić – Đurović, L. Fernandez – Izquierdo, B. Hadžić, L. Jimenez – Hernandez, A. M. Diaz – Garcia, **J. Mitríć**, B. Babić, M. Romčević, S. Ćiroković and N. Romčević, *Raman spectroscopy of zinc oxide nanoplatelets modified with ruthenium (II) complexes*, J. Raman Spectrosc., 50, 12, 1829 – 1838, 2019. Цитиран 3 пута.
M21, DOI: [10.1002/jrs.5718](https://doi.org/10.1002/jrs.5718) (IF (2017) = 2.876)

У првом раду кандидаткиња је представила оптималне услове и адекватан избор синтезе наноправова гадолинијум – цирконата допираног еуропијумовим јонима за добијање добро искристалисаних узорака, правилне дистрибуције зрна и карактеристичне величине од 100 nm. Показано је да рефлексциони спектар гадолинијум – цирконата допираног еуропијумовим – јонима у далеко – инфрацрвеној области показује померање позиција свих модова у односу на његов аналог у балк форми. Овај померај приписан је појави

електрон – фонон интеракције која настаје као последица смањења кристала гадолинијум – цирконата дод нанометарског нивоа. Теоријски спектар рефлексије инфрацрвеног зрачења који описује електрон – фонон интеракцију, израчунат је користећи теорију ефективне средине у апроксимацији Максвел – Гарнета. Даље, регистровани су и асигнирани нискофреквенцијски фонони на 50 cm^{-1} и 126 cm^{-1} прорачуном (квази) изотопског ефекта. Ови модови до сада нису били познати у литератури. Ова два мода на 50 cm^{-1} и 126 cm^{-1} , асигнирана су $O - Gd - O$ и $O' - Gd - O'$, тим редом. На крају, у нанопраху гадолинијум – цирконата регистроване су две изометријске структуре – дефектна флуоритна и уређена пироклорна. Дефектна флуоритна структура регистрована је за целокупну структуру, док је уређена пироклорна структура карактеристична за површину овог материјала. Такође, установљена је оптимална температура, од 1200°C , за синтезу овог нанопраха како би се добила коегзистенција ове две структуре. Ово потврђује неке раније радове из литературе. Регистровање ове две структуре било је могуће само уз двоструку структурну анализу дифрактометријом праха, за целокупну структуру и рефлекссионом спектрометријом за површину узорака.

У другом раду, нанопрахови недопираног и еуропијумом допираног нанопраха итријум – ванадата синтетисани су два методама, методом сагоревања гела и методом реакције у чврстој фази. Обе методе омогућиле су добијање квалитетних нанопрахова добро дистрибуираних величина кристалита. Метода сагоревања гела даје нешто веће величине кристалита и нешто мање храпаве узорке од синтезе реакцијом у чврстој фази. Ови резултати потичу од микроскопије на бази атомских сила. FESEM анализа показала је да оба узорка имају тенденцију да агломеришу. Ипак, узорци припремљени синтезом реакције у чврстој фази су више кристалинични, док узорци синтетисани методом сагоревања раствора имају нешто аморфнију структуру. Детаљно је анализирана уградња еуропијумових јона у решетку итријум – ванадата, а то је теоријски описано (квази) изотопским ефектом, чији је детаљан рачун приказан. Еуропијумови јони се измењују без већих нарушавања симетрије осим благе дисторзије $(VO_4)^{3-}$ тетраедара. Такође, метода синтезе не утиче на појаву квази изотопског ефекта, тачније, величина кристалита и морфологија узорка не утичу на уградњу допантног јона еуропијума у кристалну решетку основног материјала итријум – ванадата. На квази изотопски ефекат не утиче ни запажена агломерација синтетисаних узорака. Што се тиче фононских модова, фононски модови истих симетрија показују исту тенденцију смањења/повећања интензитета након допирања решетке итријум – ванадата јонима еуропијума. Ово потиче од благог нарушавања симетрије $(VO_4)^{3-}$ тетраедара. Ово истраживање значајно је за примену овог материјала у области фотохемије и фотокатализе.

У трећем раду, танки филмови кадмијум – телурида различитих дебљина синтетисани су методом високовакуумског напаривања. Узорци добијени овом методом су добро искристалисани, равни филмови, мале храпавости од само неколико нанометара. Показано је да се овом техником добијају танки филмови високог квалитета, а посебно нешто дебљи филмови већих величина кристалита. Откривена је интеракција површински оптичког фонона и плазмона која настаје због смањења димензија кристала кадмијум – телурида до нанометарског нивоа. Ова интеракција приказана је на рефлекссионим инфрацрвеним и раманским спектрима. За прорачун теоријских инфрацрвених спектра коришћена је теорија ефективног медијума у апроксимацији Максвел Гарнета, која цео систем третира као хомогену смешу са сферним инклузијама. У овој апроксимацији узет је трослојни модел који се састоји од три средине: супстрата, танког филма и ваздуха. Показано је да фактор попуњености (*filling factor*) не зависи од дебљине филма, величине кристалита, ни концентрације слободних носилаца, а линеарно зависи од позиције површински оптичког фонона. Структурне и оптичке особине овако синтетисаног материјала танког филма

кадмијум - телурида омогућавају широку примену танког филма кадмијум – телурида у електронским и оптоелектронским уређајима, соларним ћелијама и интегрисаној оптици.

У четвртом раду нанпличице цинк – оксида модификоване рутенијумовим комплексима, припремљене су преципитационом методом. Компоненте коришћене модификацију су 4,4' – бипиримидон и два рутенијумова комплекса, $cis-[Ru(bpy)(bpyCOO)Cl_2]^{2-}$ и $trans-[Ru(bpy)(bpyCOO)Cl_2]^{2-}$. Добијени резултати откривају да након модификације, нанопличице цинк – оксида постају мање и уграђене су у материјал модификатора. Када се цинк – оксид модификује било којим од два рутенијумова комплекса, интеракција између нанопличица и модификатора води ка већој активности ZnO . Откривена је и метал – лиганд трансфер наелектрисања у оба случаја рутенијумових модификатора, што је довело до значајне промене у раманском спектру, а као последицу и промене оптичке особине ових материјала.

Радови под редним бројем 2 и 3 су радови за које се може сматрати да је Јелена Митрић основни/најважнији аутор.

3.1.2. Цитираност научних радова кандидата

Према бази Scopus, радови др Јелене Митрић цитирани су 16 пута, од чега 15 пута изузимајући аутоцитате. Према овој бази Хиршов индекс кандидата је 3.

Према бази Google Citations, радови Јелене Митрић цитирани су 19 пута, од чега 18 пута изузимајући аутоцитате. Према овој бази, Хиршов индекс кандидата је 3.

3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

Кандидаткиња др Јелена Митрић је објавила укупно 5 радова у међународним часописима и то:

- 2 рада у врхунском међународном часопису, *Journal of Raman Spectroscopy* (IF (2017) = 2,879, SNIP (2017) = 1.041), **Spectroscopy: 8/43**
- 1 рад у истакнутом међународном часопису, *Optical Materials* (IF (2018) = 2.687, SNIP (2018) = 1.025), **Optics: 34/95**
- 1 рад у истакнутом међународном часопису, *Physica E: Low Dimensional Systems and Nanostructures*, 104, 64 – 70, (2018). (IF (2018) = 3.161, SNIP (2018) = 0,880), **Physics, Condensed Matter: 28/68.**
- 1 рад у истакнутом међународном часопису, *Infrared Physics & Technology* (IF (2019) = 2.182, SNIP (2019) = 1.274), **Physics, Applied: 69/155**

Библиометријски показатељи су у следећој табели:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	13,788	31	5,261
Усредњено по чланку	2,758	6,2	1,052
Усредњено по аутору	1,467	3,30	0,560

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

Кандидаткиња показује висок степен самосталности што се огледа кроз објављене радове, где је од 5 радова на 3 рада први аутор, као и кроз рецензирање радова. Поред синтезе, кандидаткиња кроз велики број карактеризационих техника показује висок степен самосталности и стручности.

Др Јелена Митрић је сарађивала са неколико група из иностранства:

- групом др Даниела Доброволског из лабораторије за физику полупроводника са Института за физику Пољске академије наука, Варшава, Пољска.
- групом проф. др Ибрахима С. Јахие, са Аин Шамс универзитета у Каиру, Египат, која се бави полупроводницима и технологијом наноматеријала.
- групом Алисије Диас Гарсије, из бионеорганске лабораторије Хемијског факултета Универзитета у Хавани, Куба.

Са поменутих истраживачима кандидаткиња има објављене радове који су већ приказани.

- пет месеци дуга пракса током докторских студија у Лабораторији за кристалографију Геолошког института у Гранади, Шпанија. Шеф лабораторије је проф. др Хуан Мануел Гарсија Руиз.

У Геолошком институту у Гранади, Шпанија, др Јелена Митрић учествовала је у организацији такмичења ученика основних и средњих школа у кристализацији, као и у организацији интернационалне школе биолошке кристализације.

3.1.5. Награде

Др Јелена Митрић је добитник награде за најбољи постер на конференцији *Serbian Ceramic Society Conference – Advanced Ceramic and Application Conference VIII, Belgrade, September 23 – 25, 2019*. Доказ у Прилогу 1.

3.1.6. Елементи применљивости научних резултата

Током рада на синтези нанопрахова YVO_4 допираног Eu^{3+} методом реакције у чврстој фази др Јелена Митрић је урадила измене на постојећој апаратури за синтезу. Ове измене су од значаја за добијање квалитетних фосфора, на самим тим имају потенцијал за пријаву Патента. Рад на пријави је у току, док је сам квалитет материјала верификован публикавањем резултата у врхунском међународном часопису – *Journal of Raman Spectroscopy*.

3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидаткиња нема још увек искуство у вођењу дисертација или извођењу наставе.

3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Свих 5 радова (од којих је кандидаткиња на 3 рада први аутор) и 9 саопштења др Јелене Митрић су експерименталне природе, што подразумева сарадњу више институција. Имајући то у виду, број коаутора на појединим радовима је већи од 7 и нормирањем

бодова тих радова у складу са Правилником Министарства о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата, укупан број М – бодова кандидаткиње је 42,5 (нормирано, 32,56), а тај број бодова је знанто већи од захтеваног минимума од 16 М бодова за избор у звање научног сарадника.

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

Кандидаткиња до сада није руководила неким пројектом, потпројектом или пројектним задатком, а учествовала је на пројекту „*Оптоелектронски нанодимензиони системи – пут ка примени*” (бр. ИИИ 45003) Министарства просвете, науке и технолошког развоја Србије чији је руководилац др Небојша Ромчевић, научни саветник Института за физику у Београду.

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

Др Јелена Митрић је била рецензент два рада у часописима *Journal of Physics: Condensed Matter* и *Optical Materials*.

3.6. **Утицај научних резултата**

Значај научних резултата кандидаткиње је описан у тачки 3.1.1, док се њихов утицај огледа у броју цитата који су наведени у тачки 3.1.2. и 3.1.3.

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

Кандидаткиња је своје истраживање реализовала у Институту за физику у Београду. Кандидаткиња је дала допринос објављеним радовима, а кључан допринос у свим радовима где је први аутор, што је већина од укупног броја објављених радова. Како се кандидаткиња бави експерименталном физиком, њен кључан допринос осликава се у синтези и карактеризацији материјала од интереса, као и примени математичких модела који подупиру њен експеримент; као и у писању научних чланака и комуникацији са рецензентима. Такође, допринос кандидаткиње представља и рецензирање чланака. Кандидаткиња др Јелена Митрић дала је допринос и лабораторији за кристалографију Геолошког института у Гранади, Шпанија, својим петомесечним боравком током 2019. године.

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

Кандидаткиња је одржала неколико предавања у виду Progress Report – а:

- **J. Mitrić et. al.**, Digital holography of graphene oxide paper acoustic membranes and comparison to other paper – like materials, The 16th Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, 16, 39, Belgrade, Serbia, (2017).
- **J. Mitrić**, N. Paunović, M. Mitrić, B. Vasić, U. Ralević, J. Trajić, M. Romčević, W. D. Dobrowolski, I. S. Yahia, B. Hadžić, M. Gilić, S. Ćirković, N. Romčević, *Surface optical phonon – Plasmon interaction in nanodimensional CdTe thin films*, 11th Photonics Workshop, Kopaonik, March (2018).
- **J. Mitrić**, N. Paunović, M. Mitrić, B. Vasić, U. Ralević, J. Trajić, M. Romčević, W. D. Dobrowolski, Y. S. Yahia, N. Romčević, *Surface optical phonon – Plasmon interaction*

in *Nanodimensional CdTe thin films*, 17th Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering, 17, 68, Belgrade, Serbia, (2018).

- **J. Mitrić et al.**, Structural and optical characterization of europium doped yttrium orthovanadate: isotope – like effect, 13th Photonics Workshop, Kopaonik, March, (2020).
- **J. Mitrić**, N. Paunović, J. Ćirković, M. Gilić, J. Trajić, M. Romčević, N. Romčević, Surface Optical phonon in Europium doped Yttrium Orthovanadate Nanopowders, 14th Photonics Workshop, Kopaonik, March (2021).

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
M21	8	2	16,0	11,67
M22	5	3	15,0	10,10
M33	1	1	1,0	0,83
M34	0,5	9	4,5	3,96
M70	6	1	6,0	6,0

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

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	16	42,5	32,56
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	10	32	22,6
M11+M12+M21+M22+M23	6	31	21,77

5. ЗАКЉУЧАК

Др Јелена Митрић у потпуности испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно – истраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Током рада на докторској дисертацији, остварила је оригиналне и међународно запажене научне резултате који укључују 2 рада категорије М21 и 3 рада категорије М22, 1 саопштење категорије М33 и 9 саопштења категорије М34.

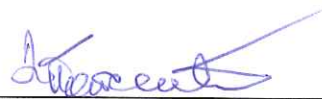
Имајући у виду квалитет њеног научно – истраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Јелене Митрић у звање научни сарадник.

У Београду, 30.04.2021.

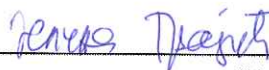
Чланови комисије:



др Небојша Ромчевић
научни саветник Института за физику у Београду



др Душан Поповић
ванредни професор Физичког факултета Универзитета у Београду



др Јелена Трајић
виши научни сарадник Института за физику у Београду