

Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu

Izveštaj komisije za izbor dr Dejana M. Đokića u zvanje naučni saradnik

Na sednici Naučnog veća Instituta za fiziku u Beogradu održanoj 26. decembra 2017. godine imenovani smo u komisiju za izbor dr Dejana M. Đokića u zvanje naučni saradnik. Pregledom materijala koji nam je dostavljen, kao i na osnovu ličnog poznavanja kandidata i uvida u njegov rad i publikacije, Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu podnosimo ovaj izveštaj.

1 Stručno-biografski podaci

Dr Dejan M. Đokić je završio osnovnu školu i gimnaziju u Valjevu kao nosilac Vukove diplome. Nakon gimnazijskog obrazovanja je upisao osnovne studije na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smeru Teorijska i eksperimentalna fizika. Diplomirao je 2004. godine sa radom pod nazivom *Visokotemperaturne popravke u teoriji Fermi tečnosti nuklearnog modela tečne kapi*. Prosečna ocena za vreme osnovnih studija bila je 9.63. Nakon osnovnih studija fizike, kandidat je 2005. godine upisao magistarske studije na Fizičkom fakultetu u Beogradu, na smeru Fizika kondenzovanog stanja materije. Početkom iste godine se zaposlio u Centru za fiziku čvrstog stanja i nove materijale Instituta za fiziku u Beogradu, gde je pod rukovodstvom akademika Zorana Popovića bio angažovan na projektu *Fizika niskodimenzionih nanostruktura i materijala*. Tokom svog angažovanja je uspešno završio magistarske studije sa prosečnom ocenom 10 i bio uključen u nekoliko eksperimentalnih i teorijskih naučnoistraživačkih aktivnosti u oblasti spektroskopije čvrstih tela. Svoje magistarske studije zaokružuje uspešno 2008. godine odbranivši magistarsku tezu pod nazivom *Uticao spinskih korelacija antiferomagnetno uređene faze na infracrvene spektre α -MnSe*. Iste godine se upisuje na doktorske studije u Švajcarskoj na *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne* (EPFL). Svoju doktorsku tezu pod naslovom *Electron Spin Resonance of Novel Materials* je odbranio 2012. godine, a mentor je bio prof. dr László Forró, inostrani član Srpske akademije nauka i umetnosti.

Posle uspešno završenih doktorskih studija, kandidat se pridružuje Laboratoriji za primenjene superprovodne tanke filmove na Univerzitetu u Ženevi, gde je u saradnji sa prof. dr Michel Decroux-om radio kao postdoktorski istraživač na projektu u saradnji sa industrijskim partnerom ABB iz Badena u Švajcarskoj. Zaokruživši svoj rad na Univerzitetu u Ženevi, kandidat se aprila 2015. godine zapošljava kao naučni saradnik pri Laboratoriji za nanobiotehnologiju na Institutu za hemijske nauke i inženjerstvo na EPFL-u u Lozani. Trenutno je angažovan kao spoljnji saradnik Centra za fiziku čvrstog stanja i nove materijale Instituta za fiziku u Beogradu na projektu ON171032 *Fizika nanostrukturnih oksidnih materijala i jako korelisanih sistema* Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, čiji je rukovodilac dr Zorana Dohčević-Mitrović. Bavi se ispitivanjem električnih i magnetnih osobina nanostruktura na bazi multiferoičnog bizmut-ferita. Kandidat u isto vreme promovise fiziku i doprinosi obrazovanju iz fizike, radeći kao nastavnik fizike u Valjevskoj gimnaziji u specijalizovano-matematičkim odeljenjima, kao i u bilingvalnim odeljenjima. Kreator je sajta o fizici (<https://dejanphysics.wordpress.com/>) koji je popularan u regionu. Dr Dejan M. Đokić je autor ili koautor 13 radova objavljenih u međunarodnim časopisima.

2 Pregled naučne aktivnosti

Istraživački rad Dejana Đokića se do sada odvijao u okviru različitih oblasti fizike čvrstog stanja i vezan je kako za osnovna i primenjena istraživanja, tako i za istraživanja sa industrijskog aspekta. Tu spadaju eksperimentalna i teorijska istraživanja jako korelisanih niskodimenzionih sistema, magnetnih i multiferoičnih materijala, fotonskih kristala, superprovodnih tankih filmova, karbonskih i titanijumskih nanostrukture, organskih provodnika i molekularnih magneta, grafena, bioloških polimera i drugo. Ovladao je nizom eksperimentalnih tehnika, kao što su Raman i infracrvena spektroskopija, tehnike magnetne rezonance, magnetometrija, skenirajuća elektronska mikroskopija, rendgenska i neutronska difrakcija, diferencijalno-skenirajuća kalorimetrija, kriogenika, deponovanje tankih filmova magnetnim raspršivanjem i koevaporacijom, fluorescentna mikroskopija, uključujući i razne hemijske metode u sintezi organskih superprovodnika i funkcionalizaciji karbonskih nanotuba. Sa teorijske strane, poseduje značajno iskustvo u tehnikama kvantne teorije polja mnogočestičnih sistema kao i programerske veštine zasnovane na metodu konačnih elemenata u licenciranim i nekomercijalnim softverima. Njegovi dosadašnji naučnoistraživački rezultati su plod rada na četiri poznate akademske institucije, kao što je navedeno u biografiji. U nastavku ove sekcije su sumirane osnovne istraživačke oblasti i dosadašnji rezultati kandidata.

2.1 Infracrveni spektri niskodimenzionog η - $\text{Na}_{1.3}\text{V}_2\text{O}_5$

Natrijum-vanadijumovi oksidi tipa $x\text{-Na}_{1+\epsilon}\text{V}_2\text{O}_5$ ($\epsilon \geq 0$) ispoljavaju stabilne kristalne strukture u sedam različitih x faza, $x \in \{\alpha, \alpha', \beta, \delta, \eta, \kappa, \tau\}$. Ova jedinjenja se ističu po tome što se vanadijumovi atomi nalaze u mešanim valentnim stanjima V^{4+} i V^{5+} koja se, istim redom, razlikuju po spinskim stanjima $S = 1/2$ i $S = 0$. U slučaju $\eta\text{-Na}_{1.3}\text{V}_2\text{O}_5$, naizmenična magnetna i nemagnetna vanadijumova stanja zajedno sa niskom dimenzijom kristalne strukture dovode do magnetnih fluktuacija na niskim temperaturama ispod 120 K, što je opaženo u merenjima spinske susceptibilnosti kroz otvaranje spinskog procepa veličine od oko 35 K. Ova magnetno neuređena faza je praćena strukturalnim faznim prelazom drugog reda usled spontanog uređivanja naelektrisanja, a samim tim i udvostručavanjem parametra kristalne rešetke duž b -ose. Na taj način se ovaj sistem pokazao pogodnim za ispitivanje fononske dinamike na niskim i visokim temperaturama jer je ona u neposrednoj sprezi sa promenama koje se javljaju na parametrima kristalne rešetke. Ustanovljeno je da se ispod 120 K pojavljuju nove infracrveno-aktivne fononske mode kao i da pozicije frekvencija već postojećih fononskih oscilatora trpe nagli pomeraj pri snižavanju temperature. Ova pojava je interpretirana kroz postojanje izraženih promena na fononskim spektrima nastalih usled evolucije kristalne strukture kao posledice uređenja naelektrisanja u niskodimenzionoj magnetno neuređenoj fazi. Eksperimentalni rezultati su uspešno obrađeni, analizirani i objavljeni u radu:

- *Infrared Reflectivity Spectra of $\eta\text{-Na}_{1.3}\text{V}_2\text{O}_5$ in the Charge Disordered and Ordered Phase*, Z. V. Popović, D. M. Đokić, Z. D. Dohčević-Mitrović, M. Isobe, and Y. Ueda, *Eur. Phys. J. B* **65**, 1 (2008).

koji predstavlja značajan doprinos razumevanju faznog prelaza $\eta\text{-Na}_{1.3}\text{V}_2\text{O}_5$ i njemu srodnih sistema sa niskotemperaturnim spinskim fluktuacijama oslanjajući se na spektroskopske tehnike.

2.2 Magnon-fonon interakcija u antiferomagnetnom $\alpha\text{-MnSe}$

Usled izuzetnih optičkih, magnetnih i transportnih osobina, halogenidi i oksidi mangana ne prestaju da zaokupljaju pažnju u istraživanjima koja su od značaja za realizaciju spintroničkih uređaja. Oni predstavljaju 3D prelazne metal komplekse i hlađenjem mogu da uspostave dugodometna magnetna uređenja. Kubični (fcc) $\alpha\text{-MnSe}$ se uređuje antiferomagnetno ispod Néel temperature na oko $T_N = 130$ K. Pri tome se spinovi Mn^{2+} jona orijentišu paralelno i antiparalelno duž (111) kristalografskih ravni. Studije Raman spektroskopije na $\alpha\text{-MnSe}$ ne pokazuju prisustvo optičkih fonona u skladu sa teorijskim predviđanjima, izuzev magnonskog prisustva u antiferomagnetnoj fazi. Sa druge strane, simetrijska pravila predviđaju

postojanje jednog infracrvenog optički aktivnog fononskog oscilatora F_{1u} u paramagnetnoj i antiferomagnetnoj fazi. Takođe, ne isključuje se postojanje aktivnih fononskih oscilatora viših redova, poput kombinovanih dvo-fononskih moda. Hlađenjem se očekuje porast (tzv. otvrdnjavanje) u fononskim energijama na osnovu modela koji uvodi anharmonijske efekte, kao što je fonon-fonon interakcija. U slučaju α -MnSe primećeno je dodatno otvrdnjavanje dve mode ($LO F_{1u}$ i dvo-fononska kombinaciona moda) ispod temperature faznog prelaza koje je nemoguće objasniti anharmonijskim efektima koji potiču od čisto fononskih interakcija. Ipak, kombinujući efekte magnon-fonon interakcije sa magnetnom anizotropijom u okviru formalizma Grinovih funkcija, dodatno otvrdnjavanje se može čak i kvantitativno objasniti. Poreklo magnetne anizotropije leži u spin-orbit sprezanju, dok je magnon-fonon interakcija izvedena na osnovu modulacije Hajzenbergovog modela od strane jonskih pomeraja tokom fononskih vibracija rešetke. α -MnSe je 3D antiferomagnet što ga svrstava u grupu klasičnih antiferomagneta gde se kvantne fluktuacije zanemaruju, dok se u perturbativnom razvoju svojstvene energije fononskog propagatora ne ide dalje od $1/z$. Ovom aproksimacijom je zanemarena i interakcija između magnona. Na taj način je uspešno objašnjeno dodatno otvrdnjavanje fonona u antiferomagnetnoj fazi usaglašavajući teoriju sa postojećim eksperimentom:

- *Influence of Antiferromagnetic Spin Ordering on the Far-Infrared Active Optical Phonon Modes of α -MnSe*, D. M. Đokić, Z. V. Popović, and F. R. Vukajlović, Phys. Rev. B **77**, 014305 (2008).

Predstavljeni model ima i mikroskopsko značenje. Utvrđeno je i da bezdimenzioni parametar magnetne anizotropije mora biti veći od 0.01 kako bi došlo do fononskog otvrdnjavanja, što je u skladu sa procenjenom vrednošću od 0.03 na osnovu magnona koji se pojavljuje u Raman spektrima. Dinamika magnona i fonona spregnutih slobodnim magnonima je razrađena u okvirima Abrikosovljeve fermionske reprezentacije spina $S = 1/2$, koja je u ovom slučaju uz izvesnu aproksimaciju primenjena i na mangan spina $S = 5/2$. Aproksimacija je zasnovana na postojanju temperaturnih (ne i kvantnih) fluktuacija u magnetizaciji antiferomagnetne podrešetke α -MnSe.

2.3 Fazna stabilnost $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ nanožica praćena Raman spektroskopijom

Rezultat sistematske potrage za novim kvazi-jednodimenzionim materijalima koji bi efikasno mogli da zamene karbonske nanotube u nanotehnoškim primenama predstavlja otkriće nanožica prečnika od približno 1 nm sa stehiometrijskom formulom $\text{Mo}_6\text{S}_{9-x}\text{I}_x$, pri čemu je $3 < x \leq 6$. Od posebnog interesa za realizaciju optičkih uređaja baziranih na molibdenskim nanožicama su pikovi u elektronskoj gustini stanja koji potiču od van Hoveovih singulariteta i odražavaju se kroz oštre optičke karakteristike. Poseban slučaj se odnosi na $x = 6$. U tom slučaju su proučavane fononske osobine $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ nanožica i izvršena je asignacija najintenzivnijih eksternih i internih moda, imajući u vidu da je taj zadatak nemoguće u potpunosti izvršiti bez polarizacionih Raman merenja na monokristalima. Proučavana je termička stabilnost $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ nanožica korišćenjem Raman spektroskopije u opsegu od sobne temperature do 600°C . Prostorna grupa koja opisuje $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ nanostrukturu je triklična $P\bar{1}$ (br. 2) sa jediničnom ćelijom $\text{Mo}_{12}\text{S}_6\text{I}_{12}$. Na osnovu dostupnih podataka o pozicijama atoma u jediničnoj ćeliji, zaključeno je da se svi atomi nalaze na (2i) Wyckoff pozicijama. Analiza faktor grupe daje $\Gamma = 45A_g + 42A_u$ za optički aktivne mode. Prema tome, u Raman spektrima nanožica može se očekivati 45 Raman aktivnih moda. Generalno, kod molekulskih kristala je karakteristično da Raman spektri mogu da se podele na niskofrekventni opseg, kome pripadaju eksterne mode, i visokofrekventni opseg sa internim modama, između kojih postoji vibracioni procep. Ispitivana termostabilnost nanožica metodom Raman spektroskopije je izvedena variranjem upadne snage lasera (1 – 9 mW) i zagrevanjem uzorka (25 – 600°C). Ustanovljeno je da se pri upadnim snagama lasera većim od 4 mW ili na temperaturama višim od 300°C pojavljuju nove mode koje potiču od MoO_3 . Termostabilnost $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ nanožica nestaje između 300 i 400°C , kada dolazi do fazne separacije, odnosno formiranja oksidnog sloja. U Raman spektrima na visokim temperaturama fazna separacija je praćena pojavljivanjem novog fononske mode na 819 cm^{-1} , koja je karakteristična za MoO_3 fazu. Na niskim temperaturama Raman spektri ukazuju na приметnu razliku između fonon-fonon

interakcije kod internih i eksternih moda. Ova izuzetna vibraciona svojstva $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ nanožica mogu poslužiti kao osnova za poboljšavanje sinteze materijala, električne i termičke provodnosti, funkcionalnih svojstava i slično. Eksperimentalni rezultati su objavljeni u dva rada:

- *Investigation of Thermostability and Phonon-Phonon Interactions in $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ Nanowires by Raman Scattering Spectroscopy*, J. M. Todorović, Z. D. Dohčević-Mitrović, D. M. Đokić, D. Mihailović, and Z. V. Popović, *J. Raman Spectroscopy* **41**, 978 (2010).
- *Ispitivanje termostabilnosti MoSI nanožica Raman spektroskopijom*, J. M. Todorović, D. M. Đokić, Z. D. Dohčević-Mitrović, D. Mihailović, and Z. V. Popović, *Hem. Ind.* **63**, 217 (2009).

2.4 Simetrijska analiza u dvodimenzionim GaAs fotonskim kristalima

Dvodimenzioni GaAs fotonski kristali koji operišu u infracrvenom delu spektra važe za izuzetne kandidate u realizaciji novih integrisanih optičkih uređaja poput optičkih logičkih kola, mikro-elektro-mehaničkih aparata, senzora i drugo. Iz tih razloga je važno izučavati optička svojstva fotonskih kristala koji potiču od Blohovih stanja, analogno sa elektronskim stanjima u čvrstim telima. Kombinujući razvoj po ravnim talasima sa selekcionim pravilima teorije prostornih grupa moguće je analizirati ponašanja propagirajućih i evanescentnih moda u fotonskim kristalima. U slučaju dvodimenzione kvadratne rešetke uočene su slobodne mode B -tipa koje se ne mogu pobuditi spolja usled selekcionih pravila. Postojanje ovakvih moda, koje nisu spregnute spoljnim elektromagnetnim pobudama, dovodi do pojave stvaranja nespregnutih fotonskih procepa unutar kojih je transmisija zabranjena. Na taj način se procepi kod dvodimenzionih fotonskih kristala kvadratnih rešetki mogu podeliti u dve grupe, spregnuti i nespregnuti. Najznačajniji radovi iz ove oblasti:

- *Uncoupled Photonic Band Gaps*; Đ. Jovanović, B. Nikolić, T. Radić, D. M. Đokić, and R. Gajić, *Phot. Nano. Fund. Appl.* **10**, 657 (2012).
- *Waveguiding Effect in GaAs 2D Hexagonal Photonic Crystal Tiling*, Đ. Jovanović, R. Gajić, D. M. Đokić, and K. Hingerl, *Acta Phys. Pol. A* **116**, 55 (2009).

2.5 Magnetizam u nano-grafenu proučavan elektronskom spinskom rezonancom

Numerički rezultati ukazuju na mogućnost formiranja dugodometnog magnetnog uređenja u grafenu i grafitnim česticama nanometarskih veličina. Koristeći elektronsku spinsku rezonancu ispitivana su magnetna svojstva ultra-tankih grafitnih nano-čestica dobijenih jakom ultrazvučnom sonikacijom grafitnih prahova dispergovanih u N -metilpirolidinu. Spinsko-rezonantni signal je dekomponovan na dve linije, usku i široku. Za usku liniju je ustanovljeno da potiče od lokalizovanih defekata Kirijevog tipa. Sa druge strane, široka linija je unutrašnjeg karaktera i ukazuje na formiranje superparamagnetnog stanja ispod 25 K u skladu sa njenim intenzitetom, vrednošću g -faktora (oko 2.011) i poluširinom. Primećen je značajan porast spinske susceptibilnosti i poluširine ($2 \rightarrow 8$ mT) na 25 K, dok je kod rezonantnog polja uočen pomeraj ka višim poljima ($\delta g/g = 10^{-2}$). U dvodimenzionim sistemima sa feromagnetnim korelacijama, $q = 0$ fluktuaciona moda difuzivnog karaktera, koja dominantno doprinosi termodinamičkim veličinama, raste progresivno pri snižavanju temperature prema kritičnoj. Iako sve činjenice sugerišu na postojanje dugodometnog feromagnetnog uređenja, dalja magnetna merenja nisu potvrdila postojanje globalno uređene magnetizacije. Objašnjenje se krije u postojanju malih domena na 25 K koji interaguju vrlo slabo, ali koji se mogu uzeti kao superparamagnetni klasteri. Porast u spinskoj susceptibilnosti i poluširini rezonantne linije se tako objašnjava na osnovu preraspodele lokalnih unutrašnjih polja na grafitnim/grafenskim ostrvcima. Sa teorijske strane izvedeni su DFT proračuni za grafen sa graničnim defektima, poput cik-cak, pentagon-oktagon kolona i slično. Ustanovljeno je postojanje magnetnih momenata na elektronima ugljenikovih atoma u blizini ovih defekata koji su feromagnetno spregnuti. Ipak, feromagnetne korelacije između momenata nisu u stanju da formiraju dugodometno

feromagnetno uređenje. Istovetni zaključci su izvedeni i iz transportnih merenja. Električna otpornost pokazuje nemetalnu temperaturnu zavisnost u skladu sa mehanizmom elektronskog preskakanja varirajućih dometa između čestica. Međutim, pri pojavi lokalnog feromagnetnog uređenja na 25 K električna otpornost trpi blagi porast sa sniženjem temperature. Ovo sugerise da se klasteri sa lokalnom magnetizacijom ponašaju kao izolatori unutar kojih je transport elektrona otežan. Ovi rezultati su prezentovani u publikacijama:

- *Magnetism in Nanoscale Graphite Flakes as Seen Via Electron Spin Resonance*, L. Ćirić, D. M. Đokić, J. Jaćimović, A. Sienkiewicz, A. Magrez, M. Lotya, J. N. Coleman, Ž. Šljivančanin, and L. Forró, Phys. Rev. B **85**, 205437 (2012).
- *Size Dependence of the Magnetic Response of Graphite Oxide and Graphene Flakes - an Electron Spin Resonance Study*, L. Ćirić, A. Sienkiewicz, D. M. Đokić, R. Smajda, A. Magrez, T. Kaspar, R. Nesper, and L. Forró, Phys. Status Solidi B **247**, 2958 (2010).

2.6 Kvantne korelacije u tetramerima magnetno anizotropnog SeCuO_3

Već duže od dve decenije familija kuprata postojano drži vodeće mesto u proučavanju visokotemperaturne superprovodnosti, antiferomagnetizma, multiferoičnosti i lokalizovanih spinskih klastera. U tu familiju spada i monoklinični SeCuO_3 kao jedan potencijalni kandidat u istraživanjima kvantnih efekata među spinskim klasterima. Magnetni klasteri u ovom sistemu se sastoje od četiri $S = 1/2$ spina sa vrlo jakim antiferomagnetnom interakcijom u njima i slabim sprežanjem između njih koje igra bitnu ulogu u uspostavljanju dugodometnog uređenja. SeCuO_3 je antiferomagnet sa prelaznom temperaturom od $T_N = 8$ K, dok vrednost intratetramerne antiferomagnetne izmenske interakcije, koja je odgovorna za antiferomagnetno uređenje, iznosi oko $J = 200$ K. Ovo ukazuje na prisutnost jakih kvantnih fluktuacija i frustriranosti budući da je $J/T_N \approx 20 \gg 1$. Izvedena su merenja rendgenske difrakcije, magnetizacije i elektronske spinske rezonance na SeCuO_3 sistemu. Strukturno se ovaj sistem može shvatiti kao trodimenziona mreža sačinjena od tetramera. Vrednosti intratetramernih izmenschkih interakcija su procenjene na osnovu spinske susceptibilnosti i poklapaju se na osnovu oba metoda, SQUID-a i elektronske spinske rezonance. Primećena je neuobičajena temperaturna zavisnost efektivnog g -tenzora uz rotaciju makroskopske magnetne ose. Ovo je pripisano postojanju selektivnih kvantnih korelacija na čvorovima, kao i postojanju magnetne anizotropije koja je jednim delom formirana od strane fluktuacija magnetnih momenata sa različitim bakarnih čvorova. Monokliničnost strukture je takođe zaključena na osnovu ugaone zavisnosti efektivnog g -tenzora na 50 K i pokazano je da se tenzor transformiše po odgovarajućoj simetriji. Temperaturna zavisnost ovog tenzora je objašnjena preko formiranja singleta na centralnom bakarnom paru unutar tetramera. Isti model je korišćen u usaglašavanju teorije sa spinskom susceptibilnošću na visokim temperaturama. Takođe je uočeno jedno odstupanje u susceptibilnosti na oko 70 K. Ova pojava je objašnjena uvođenjem novih članova u spinski Hamiltonijan. Dodavanjem J_{22} (gde 2 predstavlja kristalografsku numeraciju čvora) interakcije koja spreže tetramere duž kristalografske a -ose uspešno je objašnjena ova anomalija u spinskoj susceptibilnosti, a na isti način i ponašanje poluširine rezonantne linije. Ispod 70 K poluširina obrazuje minimum, poput slučaja jednodimenzionih antiferomagnetnih $S = 1/2$ spinskih lanaca. Međutim, preliminarna merenja neutronske difrakcije upućuju na postojanje linijskog magnetizma, krivolinijskog tetramernog lanca u tri dimenzije, pre nego na postojanje pravolinijskih spinskih lanaca. Kao zaključak, primećena temperaturna zavisnost magnetne ose nastaje usled postojanja kvantnih korelacija sa neekvivalentnih bakarnih čvorova (1 i 2). Pretpostavljajući slabu temperaturnu zavisnost osnovnog g -tenzora, što je vrlo čest slučaj kod ovakvih sistema, ovaj efekat se može iskoristiti u cilju uvođenja jedne nove eksperimentalne metode u dobijanju magnetne susceptibilnosti koja potiče od pojedinih čvorova rešetke. Frustriranost antiferomagnetnog stanja SeCuO_3 predstavlja poseban slučaj koji je predmet narednih studija. Eksperimentalni podaci kao i teorijski model je objavljen u vrhunskom međunarodnom časopisu:

- *Site-Selective Quantum Correlations Revealed by Magnetic Anisotropy in the Tetramer System $SeCuO_3$* , I. Živković, D. M. Đokić, M. Herak, D. Pajić, K. Prša, P. Pattison, D. Dominko, Z. Micković, D. Cinčić, L. Forró, H. Berger, and H. Rønnow, *Phys. Rev. B* **86**, 054405 (2012).

2.7 Magneto-električno sprezanje u multiferoičnom Cu_2OSeO_3

Materijali u kojima istovremeno koegzistira dugodometno magnetno i polarno uređenje se nazivaju multiferoici. U ovoj grupi materijala, magnetni i električni stepeni slobode su međusobno spregnuti na mikroskopskom nivou, što se može iskoristiti kao osnovni mehanizam u magnetnom čuvanju informacija koje bi se očitavale električnim putem. Kubični Cu_2OSeO_3 je multiferoik sa frustriranom magnetnom interakcijom koja formira ferimagnetno stanje ispod 57 K. Magneto-električno sprezanje u ovom sistemu potiče od anharmonijske spin-fononske interakcije kako je zaključeno na osnovu ponašanja imaginarne i realne vrednosti dielektrične konstante čija anomalna vrednost na 57 K nestaje pri primeni magnetnog polja. Ovo sprezanje je praćeno preko spinske talasne rezonance koristeći jednu novu rezonantnu tehniku zasnovanu na *lock-in* modulaciji električnim poljem. Inače, standardna paramagnetno-rezonantna merenja se izvode koristeći modulacije magnetnim poljima, ali je u slučaju multiferoika prednost u tome što se mogu koristiti električna polja. Na taj način razvijena je nova eksperimentalna metoda kojom se mogu izučavati multiferoici rezonantnim tehnikama. Merenja su vršena na tankim monokristalima ($1 \times 1 \text{ mm}^2$) debljine $100 \mu\text{m}$. Temperaturna zavisnost magneto-električne konstante prati spinsku susceptibilnost i naglo opada iznad temperature faznog prelaza. Asignacija rezonantnih linija spinskih talasnih moda desetog reda je uspešno izvedena i potkrepljena modelom u kojem bitnu ulogu igra debljina uzorka. Ove mode su uočene u oba slučaja, sa magnetnom i sa električnom modulacijom. U drugom slučaju, za indukovanu magnetizaciju je ustanovljeno da se ponaša na isti način kao i kod mionskih rezonantnih merenja. Odnos konstante magneto-električnog sprezanja i spinske susceptibilnosti ne pokazuje prisutnost anomalija na 57 K, što ukazuje da magneto-električno sprezanje ne nastaje kao rezultat dugodometnog uređenja, već je u potpunosti mikroskopske prirode. Rezultati i predlog novog spinskog rezonantnog metoda za multiferoike su objavljeni u:

- *Magnetoelectric Coupling in Single Crystal Cu_2OSeO_3 Studied by a Novel Electron Spin Resonance Technique*. A. Maisuradze, A. Shengelaya, H. Berger, D. M. Đokić, and H. Keller, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 247211 (2012).

Takodje, jedan deo rezultata je predstavljen na *APS March Meeting*-u 2013. godine u Baltimoru, SAD.

2.8 Sinteza TiO_2 nanotuba dopiranih manganom

TiO_2 je postao predmet mnogobrojnih istraživanja usled temperaturne i hemijske stabilnosti, rasprostranjenosti, kao i bezazlenosti po životnu sredinu. Nanostrukturni TiO_2 se već uveliko koristi u proizvodnji fotoanoda u solarnim ćelijama, gasnim senzorima i superkondenzatorima. Od posebnog interesa je sinteza novih TiO_2 nanostrukture, poput TiO_2 nanotuba dopiranih manganom u širokom opsegu koncentracija. U pomenutoj sintezi, Mn^{2+} joni su uključeni u kristalnu nanostrukturu TiO_2 metodom jonske izmene, formirajući tako $Mn_xH_{2-x}Ti_3O_7$. Tokom toplotnog tretiranja ovo jedinjenje se dalje transformiše u $Mn_yTi_{1-y}O_2$, gde je $y = x/(3+x)$. Oksidaciona stanja mangana i priroda njegovog lokalnog okruženja su praćeni elektronskom spinskom rezonancom u oba slučaja, za $Mn_xH_{2-x}Ti_3O_7$ i za $Mn_yTi_{1-y}O_2$. Uočeno je da Mn^{2+} joni ravnomerno okupiraju dve kristalografske pozicije. Prva je u potpunosti kubične simetrije, dok je druga pozicija jako narušenog oktaedarskog okruženja. Udeo u naseljenosti ove dve kristalne pozicije od strane mangana ne zavisi od stepena dopiranja i iznosi 15:85 u $Mn_xH_{2-x}Ti_3O_7$ i 5:95 u $Mn_yTi_{1-y}O_2$. U slučaju merenja spinske susceptibilnosti putem elektronske spinske rezonance i uz pomoć SQUID-a utvrđeno je da ne dolazi do formiranja nikakvog dugodometnog uređenja sve do 2 K. Intenzitet rezonantne linije se nije razlikovao u slučajevima pre i posle toplotnog tretiranja, što ukazuje na činjenicu da manganovi joni ostaju u svom $2+$ stanju tokom formacije $Mn_yTi_{1-y}O_2$.

Dalje je uočeno da su Mn^{2+} joni ravnomerno raspoređeni u uzorku i da nema formiranja klastera tokom toplotnog tretiranja. Široka rezonantna linija potiče od Mn^{2+} spinskog stanja u narušenom oktaedarskom okruženju, dok prisutni spinski sekstet na $g = 2.001$ potiče od manganovih jona visoko-simetrijskog kubičnog okruženja. Sekstetna stanja su primećena pri niskim koncentracijama i rezultat su postojanja hiperfinog spin-nuklearnog sprežanja. Pri visokim koncentracijama dolazi do dipolnog širenja glavne linije, što ekranira spin-nuklearno sprežanje, a za posledicu ima nestajanje seksteta. Konstanta hiperfinog spin-nuklearnog sprežanja je procenjena na $A_{iso} = 12$ mT. Na ovaj način je demonstrirano da se rezonantno aktivni jonski izmenljivi katjoni mangana homogeno raspoređuju u TiO_2 nanotubama, što utire put jednoj alternativnoj metodi u pripremanju i sintezi razređenih magnetnih nanostrukture i njihovih derivata. Rezultati ovih istraživanja su dati u radu koji je do sada citiran 24 puta:

- *Synthesis of Homogeneous Manganese Doped Titanium Oxide Nanotubes from Titanate Precursors*, P. Szirmai, E. Horváth, B. Náfrádi, Z. Micković, R. Smajda, D. M. Đokić, K. Schenk, L. Forró, and A. Magrez, *J. Phys. Chem. C* **117**, 697 (2013).

2.9 Poboljšanje u preraspodeli toplote u $YBa_2Cu_3O_7$ tankim filmovima

Glavni problem u srebrom presvučenim superprovodnim strujnim graničnicima, zasnovanim na YBCO ($YBa_2Cu_3O_7$) tankim filmovima, leži u neadekvatnoj preraspodeli toplote nakon pojavljivanja toplotnog fronta na 92 K. Značajno poboljšanje bi se očekivalo pojačanjem termalne provodnosti vodećeg supstrata kao i podešavanjem geometrije superprovodnih pisti. Jedno rešenje je električno izolovana višeslojna supstratna struktura koja sadrži nekoliko mikrona bakra deponovanog na $100 \mu m$ masivnog supstrata kvarcnog stakla. U cilju sprečavanja međuslojne difuzije između kvarcnog stakla i bakra, deponovano je nekoliko submikronskih slojeva titanijum dioksida i niobijuma. Eksperiment se odvijao uporedo sa numeričkim simulacijama zasnovanih na metodu konačnih elemenata u COMSOL Multiphysics. Poređenje sa eksperimentalnim rezultatima za tanke filmove deponovane na safiru i hastelaju pokazalo je da je predloženi teorijski model za ovu strukturu veoma precizan. U slučaju predloženog višeslojnog supstrata na bazi bakra i kvarcnog stakla procenjeno je da brzina prostiranja normalne zone dostiže maksimalnu vrednost od 4.5 m/s za oko jedan mikron bakra. Pokazano je takođe i da povećavanjem debljine bakarnog sloja ne dolazi do porasta u brzini prostiranja normalne zone, što je u skladu sa teorijom kvazi-adijabatskog prostiranja toplote. Ovaj rezultat je korišćen u eksperimentu budući da deponovanje bakarnih slojeva debljih od jednog mikrona dovodi do problema vezanog za amorfnost. Ispitivana je i termodinamička stabilnost superprovodnog tankog filma u slučaju submikronske varijacije debljine bakarnog sloja. Ustanovljeno je da $1 \mu m$ bakra predstavlja maksimum debljine neophodan za kristalizaciju, dok, sa druge strane, predstavlja neophodan minimum u uspostavljanju termodinamičke stabilnosti. Rezultati su objavljeni u vodećem međunarodnom časopisu:

- *Finite Element Method Simulation Study of Heat Propagation in a Novel YBCO-based Coated Conductor for Resistive Fault Current Limiters*, D. M. Đokić, L. Antognazza, and M. Decroux, *Int. J. Therm. Sci.* **111**, 160 (2017).

2.10 Kvantna efikasnost DNK-funkcionalizovanih karbonskih nanotuba

Već duže od dve decenije karbonske nanotube drže vodeće mesto u polju istraživanja nanometarskih materijala. Od posebnog interesa za istraživanja u medicinskim naukama su poluprovodne nanotube jer apsorbovanu vidljivu svetlost emituju u bliskom infracrvenom delu spektra. Zbog toga mogu da posluže kao optički biosenzori znajući da su biološka tkiva potpuno transparentna u ovom delu spektra. Međutim, glavni problem kod optičkih svojstava karbonskih nanotuba leži u tome da su one sklone formiranju snopova usled van der Valsovih interakcija. Korišćenjem bioloških polimera, poput DNK i slično, nanotube postaju potpuno razdvojene i obmotane polimerima koji nekovalentno funkcionalizuju slobodnu površinu nanotuba, što u velikoj meri poboljšava njihova optička svojstva. Sa druge strane,

nanotube funkcionalizacijom gube toksična svojstva koja su rezultat postojanja slobodnih površina na kojima se mogu odvijati brojne kataboličke hemijske reakcije. U literaturi je ustanovljeno da fluorescencija poluprovodnih karbonskih nanotuba potiče od eksitonskih stanja i urađeno je mnogo na proučavanju ovih stanja i njihovih radijativnih i neradijativnih vremena života u slučaju nanotuba bez prisustva obmotavajućih polimera. Posebna pažnja je posvećena proceni kvantne efikasnosti koja predstavlja odnos intenziteta emitovane i apsorbovane svetlosti. U slučaju DNK-obmotanih poluprovodnih nanotuba jako malo se zna o ponašanju kvantne efikasnosti sa promenom tipa polimera ili obmotavajućeg ugla. U pratećem radu kandidata je po prvi put predložen model koji uvodi ovu zavisnost, a zasnovan je na difuznoj dinamici eksitona. Eksitoni su tretirani kao tačkaste čestice na sobnoj temperaturi podvrgnute dvodimenzionom slučajnom hodu na površini nanotube. Kanali neradijativnih eksitonskih raspada su sadržani u difuznim procesima koji potiču od vibracija kristalne rešetke karbonske nanotube. Ispostavilo se da je model u stanju da predvidi jaku zavisnost kvantne efikasnosti od svojstva polimera, tj. DNK sekvence. Sa druge strane, nije primećena izrazita zavisnost od obavijajućeg ugla za vrednosti kvantne efikasnosti koje su veće od 10^{-4} , što je vrednost koja se sreće u literaturi. Ovo se objašnjava visokom anizotropnošću nanotuba prečnika 1 nm i karakterističnih dužina od 100 nm i više. Za vrednosti kvantne efikasnosti manje od 10^{-4} uočena je ugaona zavisnost, preciznije, pad efikasnosti sa rastućim uglom, što se može očekivati budući da gusto obmotavajući polimeri, koji su u stanju da apsorbuju eksitone, utiču na porast neradijativnih procesa. Pri tom, vrednosti kvantne efikasnosti koje su niže od 10^{-4} nisu od eksperimentalnog značaja jer ih je vrlo teško meriti. Iz tih razloga je sasvim dovoljno osloniti se na model koji ne tretira ugaonu zavisnost ($\phi = 0$) koji je inače rešen analitički za razliku od opšteg slučaja koji je rešen numerički. Rezultati su prezentovani u vrhunskom međunarodnom časopisu:

- *Quantum Yield in Polymer-Wrapped Single-Walled Carbon Nanotubes*, D. M. Đokić and A. Goswami, *Nanotechnology* **28**, 465204 (2017).

3 Elementi za kvalitativnu ocenu naučnog doprinosa

3.1 Kvalitet naučnih rezultata

3.1.1 Naučni nivo i značaj rezultata, uticaj naučnih radova

Dr Dejan M. Đokić je do sada objavio 12 radova u međunarodnim časopisima iz baze Web of Science, pri čemu je u svim radovima imao ključan doprinos. U časopisima kategorije M21a kandidat je objavio 3 rada, u časopisima kategorije M21 objavio je 6 radova, u časopisima kategorije M22 objavio je 2 rada i u časopisu kategorije M23 objavio je 1 rad. Na međunarodnim konferencijama objavio je jedan rad u celini (M33) i 10 radova u izvodima (M34). Objavio je i jedan rad u nacionalnom časopisu kategorije M52, kao i jedan rad u izvodu na nacionalnoj konferenciji (M64). Pri izradi ovih publikacija kandidat je učestvovao u formulaciji problema i osmišljavanju i realizaciji eksperimentalnih merenja, kao i u tumačenju rezultata i pisanju objavljenih radova. Kao tri najznačajnija rada kandidata, komisija ističe:

1. *Influence of Antiferromagnetic Spin Ordering on the Far-Infrared Active Optical Phonon Modes of α -MnSe*, D. M. Đokić, Z. V. Popović, and F. R. Vukajlović, *Phys. Rev. B* **77**, 014305 (2008).
[M21, IF(2008)=3.322]
2. *Finite Element Method Simulation Study of Heat Propagation in a Novel YBCO-based Coated Conductor for Resistive Fault Current Limiters*, D. M. Đokić, L. Antognazza, and M. Decroux, *Int. J. Therm. Sci.* **111**, 160 (2017).
[M21a, IF(2016)=3.615]
3. *Quantum Yield in Polymer-Wrapped Single-Walled Carbon Nanotubes*, D. M. Đokić and A. Goswami, *Nanotechnology* **28**, 465204 (2017).
[M21, IF(2016)=3.440]

U prvom radu, autor je kombinujući efekte magnon-fonon interakcije sa magnetnom anizotropijom u okviru formalizma Grinovih funkcija objasnio dodatno otvrdnjavanje fonona u funkciji od temperature ispod kritične vrednosti za antiferomagnetni fazni prelaz za α -MnSe. Ovaj materijal je 3D antiferomagnet, što ga svrstava u grupu klasičnih antiferomagneta kod kojih se kvantne fluktuacije mogu zanemariti, dok se u perturbativnom razvoju svojstvene energije fononskog propagatora ne ide dalje od prvog reda. Ovom aproksimacijom je zanemarena i interakcija između magnona. Na taj način je uspešno objašnjeno dodatno otvrdnjavanje fonona u antiferomagnetnoj fazi i usaglašena teorija sa postojećim eksperimentom. Predstavljeni model ima i mikroskopsko značenje. Utvrđeno je da bezdimenzioni parametar magnetne anizotropije mora biti veći od 0.01 kako bi došlo do fononskog otvrdnjavanja, što je u skladu sa procenjenom vrednošću od 0.03 na osnovu magnona koji se pojavljuje u Raman spektrima. Dinamika magnona i fonona spregnutih slobodnim magnonima je razmotrena u okvirima Abrikosovljeve fermionske reprezentacije spina $S = 1/2$, koja je u ovom slučaju uz izvesnu aproksimaciju primenjena i na manganov spin $S = 5/2$. Aproksimacija je zasnovana na uzimanju u obzir samo temperaturnih, a ne i kvantnih fluktuacija u magnetizaciji antiferomagnetne podrešetke.

U drugom radu je ispitivano prostiranje poremećaja u superprovodnim prekidačima presvučenim srebrom, zasnovanim na tankim filmovima $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Predložena je konfiguracija superprovodnih YBaCuO -pisti meandarskog tipa, čime je otvoren novi lateralni kanal za propagaciju toplotnog fronta. Eksperiment se odvijao uporedo sa računarskim simulacijama zasnovanim na metodu konačnih elemenata u COMSOL Multiphysics softverskom paketu. Dat je i teorijski model za ovu strukturu, a na osnovu poređenja sa eksperimentalnim rezultatima za tanke filmove deponovane na safiru i hasteloju pokazano je da je model veoma precizan. U slučaju predloženog višeslojnog supstrata na bazi bakra i kvarcnog stakla procenjeno je da brzina prostiranja normalne zone dostiže maksimalnu vrednost od 4.5 m/s za oko jedan mikron bakra. Pokazano je takođe i da povećavanjem debljine bakarnog sloja ne dolazi do porasta u brzini prostiranja normalne zone, što je u skladu sa teorijom kvazi-adijabatskog prostiranja toplote. Ovaj rezultat je korišćen u eksperimentu budući da deponovanje bakarnih slojeva debljih od jednog mikrona dovodi do problema vezanog za amorfnost.

Treći rad je posvećen izučavanju kvantne efikasnosti poluprovodnih nanotuba obmotanih lancima DNK. Kandidat je predložio model koji uvodi ugaonu zavisnost obmotavanja i zasnovan je na difuznoj dinamici eksitona. Eksitoni su tretirani kao tačkaste čestice na sobnoj temperaturi koje se podvrgavaju dvodimenzionom slučajnom hodu na površini nanotube. Kanali neradijativnih eksitonskih raspada su sadržani u difuznim procesima koji potiču od vibracija kristalne rešetke karbonske nanotube. Ispostavilo se da je model u stanju da predvidi jaku zavisnost kvantne efikasnosti od svojstva polimera, tj. DNK sekvence. Sa druge strane, nije primećena izrazita zavisnost od ugla obavijanja za vrednosti kvantne efikasnosti koje su veće od 10^{-4} , što je vrednost koja se sreće u literaturi. Ovo se objašnjava visokom anizotropnošću nanotuba, koje su prečnika 1 nm i karakterističnih dužina od 100 nm i više. Za vrednosti kvantne efikasnosti manje od 10^{-4} uočena je ugaona zavisnost, preciznije, pad efikasnosti sa rastućim uglom, što se može očekivati budući da gusto obmotani polimeri, koji su u stanju da apsorbuju eksitone, utiču na porast neradijativnih procesa. Pri tome, vrednosti kvantne efikasnosti koje su niže od 10^{-4} nisu od eksperimentalnog značaja, jer ih je vrlo teško meriti. Zbog toga je u tim slučajevima dovoljno osloniti se na model koji ne tretira ugaonu zavisnost, koji je inače rešen analitički, za razliku od opšteg slučaja koji je rešen numerički.

3.1.2 Pozitivna citiranost naučnih radova kandidata

Prema bazi Web of Science, ukupan broj citata radova kandidata je 72 (bez autocitata), a njegov h indeks je 5.

3.1.3 Parametri kvaliteta časopisa

Bitan element za procenu kvaliteta naučnih rezultata je i kvalitet časopisa u kojima su radovi objavljeni, odnosno njihov impakt faktor (IF). U kategorijama M21a, M21, M22 i M23 kandidat je objavio radove u sledećim časopisima:

- 1 rad u *Physical Review Letters* (IF=7.33)
- 1 rad u *Journal of Physical Chemistry C* (IF=4.55)
- 1 rad u *International Journal of Thermal Sciences* (IF=3.90)
- 1 rad u *Journal of Raman Spectroscopy* (IF=2.52)
- 1 rad u *Photonics and Nanostructures - Fundamentals and Applications* (IF=1.80)
- 3 rada u *Physical Review B* (IF=3.57, 3.26, 3.16)
- 1 rad u *Nanotechnology* (IF=2.91)
- 1 rad u *European Physical Journal B* (IF=1.18)
- 1 rad u *Physica Status Solidi B* (IF=1.65)
- 1 rad u *Acta Physica Polonica A* (IF=0.74)

Ukupan impakt faktor radova kandidata je 36.57. Časopisi u kojima je kandidat objavljivao su po svom ugledu veoma cenjeni u oblastima kojima pripadaju. Među njima, posebno se ističu: *Physical Review Letters*, *Journal of Physical Chemistry C* i *International Journal of Thermal Sciences*.

Dodatni bibliometrijski pokazatelji kvaliteta, u skladu sa uputstvom Matičnog naučnog odbora za fiziku, dati su u sledećoj tabeli. Ona sadrži podatke o impakt faktoru, M bodovima i SNIP faktoru radova kategorije M20.

	IF	M	SNIP
Ukupno	36.57	91	13.024
Usrednjeno po radu	3.048	7.583	1.085
Usrednjeno po autoru	8.033	20.242	2.905

3.2 Normiranje broja koautorskih radova

Radovi kandidata sadrže sve tri vrste doprinosa (teoriju, numeričke simulacije i eksperiment), pa su na osnovu toga normirani u skladu sa Pravilnikom. Kod radova kategorije M21a to smanjuje ukupan broj bodova sa 30 na 27.14, kod radova kategorije M21 sa 48 na 41.71, a kod radova kategorije M22 sa 10 na 9.17. Ukupno se zbog normiranja broj bodova smanjuje sa 104.7 na 94.72, odnosno za oko 10%, što ne menja na bitan način kvantitativne rezultate kandidata, koji daleko prevazilazi propisane kriterijume, kako pre, tako i posle normiranja.

3.3 Angažovanost u formiranju naučnih kadrova

Kandidat je bio uključen u razvoj naučnih kadrova, što se može sumirati na sledeći način:

1. Pomoć u izradi diplomskog rada Jelene Todorović tokom 2007. i 2008. godine na Institutu za fiziku u Beogradu, u okviru Centru za fiziku čvrstog stanja i nove materijale.

2. Doprinos predavanjima na predmetu Jako korelisani elektronski sistemi, na smeru Fizika kondenzovane materije i statistička fizika u okviru doktorskih studija na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu tokom 2008. godine, pod nadzorom dr Milice Milovanović.
3. Rad sa studentima prve godine fizike na EPFL-u u periodu od 2009. do 2010. godine kroz angažovanje na predmetu iz metrologije.
4. Pomoć u izradi master rada Pétera Szirmai-a tokom 2010. godine u Laboratoriji za fiziku kompleksnih materijala na EPFL-u .
5. Rad sa studentima prve godine medicine na Univerzitetu u Lozani u periodu od 2010. do 2011. godine kroz angažovanje na opštem kursu fizike.
6. Rad sa studentima druge godine master studija fizike i inženjerstva na EPFL-u tokom 2011. i 2012. godine kroz angažovanje na kursu fizike novih materijala, uz doprinos u razvoju kursa.
7. Rad sa studentima prve godine fizike i geologije na Univerzitetu u Ženevi u periodu od 2013. do 2014. godine kroz angažovanje na opštem kursu fizike.
8. Mentorski rad sa studentom Aranya Goswami, na razmeni u Laboratoriji za nanobiotehnologiju na EPFL-u u periodu od 2015. do 2016. godine.
9. Rukovođenje delom istraživačkog rada studenata doktorskih studija u Laboratoriji za nanobiotehnologiju na EPFL-u u periodu od 2015. do 2016. godine.

3.4 Konkretni naučni doprinos kandidata u realizaciji rezultata u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu

Dr Dejan M. Đokić je značajno doprineo svakom radu na kojem je učestvovao. Pri izradi svih publikacija, on je učestvovao u formulaciji problema i osmišljavanju i realizaciji eksperimentalnih merenja, kao i u tumačenju rezultata i pisanju objavljenih radova.

Kandidat je bio angažovan na projektu *Fizika niskodimenzionih nanostrukture i materijala* od 2005. do 2008. godine na Institutu za fiziku u Beogradu u Centru za fiziku čvrstog stanja i nove materijale pod rukovodstvom akademika Zorana Popovića. U periodu od 2008. do 2012. godine bio je angažovan na projektu *Physics of novel carbon based materials* u Laboratoriji za fiziku kompleksnih materijala na EPFL-u u Švajcarskoj. Takođe je saradivao sa Univerzitetom u Strazburu 2011. godine, sa grupom prof. dr Philippe Turek-om na projektu *Physics of molecular magnets*. Sa grupom prof. dr Huga Kellera sa Univerziteta u Cirihu saradivao je 2012. godine na projektu *Novel electron spin resonance technique development*.

Nakon toga, kandidat je bio angažovan na industrijskom projektu *Novel YBCO-coated conductors for superconducting fault current limiters* u periodu od 2013. do 2015. godine u Laboratoriji za primenjene superprovodne tanke filmove na Univerzitetu u Ženevi, u saradnji sa kompanijom ABB iz Badena u Švajcarskoj. Njegov industrijski angažman u ABB-u, jednoj od vodećih kompanija u visoko-naponskim tehnologijama, obuhvatao je sledeće aktivnosti:

1. simulacije bazirane na metodu konačnih elemenata koristeći različite softverske pakete,
2. merenja koeficijenta zapreminske specifične toplote,
3. merenja koeficijenta toplotne provodnosti,
4. induktivna merenja gustine kritičnih struja u superprovodnicima,
5. deponovanje tankih filmova i energetsko-disperzionu rendgensku spektrometriju, i
6. analiza kvarova.

Po završetku angažmana u Ženevi, vratio se u Lozanu, gde je radio na projektu *Nanotube sensors* kao naučni saradnik u Laboratoriji za nanobiotehnologiju na EPFL-u tokom 2015. godine. Pri tome, kandidat je učestvovao u osnivanju i opremanju ove laboratorije, uključujući izgradnju fluorescentnog mikroskopa za blisku infracrvenu oblast.

Kandidat je od 2017. godine angažovan kao spoljni saradnik Centra za fiziku čvrstog stanja i nove materijale Instituta za fiziku u Beogradu, na projektu *Fizika nanostrukturnih oksidnih materijala i jako korelisanih sistema* (ON171032) kojim rukovodi dr Zorana Dohčević-Mitrović.

4 Elementi za kvantitativnu ocenu naučnog doprinosa

Kandidat se po prvi put bira u zvanje naučni saradnik, pa se uzimaju u obzir svi do sada objavljeni rezultati. U časopisima kategorije M20 kandidat je do sada objavio 12 radova, od toga 3 rada kategorije M21a, 6 radova kategorije M21, 2 rada kategorije M22 i 1 rad kategorije M23. Na međunarodnim konferencijama objavio je jedan rad u celini (M33) i 10 radova u izvodima (M34). Objavio je i jedan rad u nacionalnom časopisu kategorije M52, kao i jedan rad u izvodu na nacionalnoj konferenciji (M64).

Kategorija	M bodova po radu	Broj radova	M bodova	M bodova (normirano)
M21a	10	3	30	27.14
M21	8	6	48	41.71
M22	5	2	10	9.17
M23	3	1	3	3
M33	1	1	1	1
M34	0.5	10	5	5
M52	1.5	1	1.5	1.5
M64	0.2	1	0.2	0.2
M70	6	1	6	6

Poređenje sa minimalnim kvantitativnim uslovima za izbor u zvanje naučni saradnik:

Minimalni broj M bodova		Ostvareno	Ostvareno (normirano)
Ukupno	16	104.7	94.72
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	92	82.02
M11+M12+M21+M22+M23	6	91	81.02

Prema bazi podataka Web of Science, radovi kandidata su citirani ukupno 72 puta bez autocitata, a njegov h-index je 5.

Zaključak

Imajući u vidu kvalitet rezultata dobijenih u okviru doktorske disertacije i nakon toga, kao i sveukupan dosadašnji naučni rad dr Dejana M. Đokića i broj objavljenih publikacija koji znatno premašuje minimalne propisane kvantitativne uslove za izbor u zvanje naučni saradnik, zaključujemo da kandidat ispunjava sve kvantitativne i kvalitativne rezultate za izbor u naučno zvanje naučni saradnik koji su propisani Pravilnikom o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Zbog toga nam je izuzetno zadovoljstvo da predložimo Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu da usvoji ovaj izveštaj i da donese odluku o prihvatanju predloga za izbor dr Dejana M. Đokića u zvanje naučni saradnik.

U Beogradu, 16. marta 2018. godine

Članovi komisije:

dr Zorana Dohčević-Mitrović
naučni savetnik, Institut za fiziku u Beogradu

dr Antun Balaž
naučni savetnik, Institut za fiziku u Beogradu

dr Željko Šljivančanin
naučni savetnik, Institut za nuklearne nauke "Vinča"

dr Dimitrije Stepanenko
viši naučni saradnik, Institut za fiziku u Beogradu