

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Милоша Радоњића у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 5.11.2019. године именовани смо у комисију за избор др Милоша Радоњића у звање виши 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 подаци о кандидату

Милош Радоњић је рођен 19. 10. 1984. године у Лесковцу. Завршио је специјализовано математичко одељење у Првој крагујевачкој гимназији 2003. као ђак генерације. Након тога уписао је основне студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика. Током студија је био стипендиста Фондације за развој научног и уметничког подмлатка и фондације Студеница. Дипломирао је 2008. године са просечном оценом 9.92. Дипломски рад под називом „Проводност неуређеног метала у близини Мотовог метал-изолатор прелаза” урадио је у Лабораторији за примену рачунара у науци у Институту за физику у Београду под руководством др Дарка Танасковића и за њега је добио награду „Др Љубомир Ћирковић”.

Докторску дисертацију под називом “Influence of disorder on charge transport in strongly correlated materials near the metal-insulator transition”, урађену под менторством др Дарка Танасковића, Милош Радоњић је одбранио 2014. године на Физичком факултету Универзитета у Београду. Образовање је проширио учешћем на већем броју научних школа одржаних у Стони Бруку, Талахасију, Мајнцу, Јулиху, Лезушу, Трсту и Темишвару.

Од краја 2008. до децембра 2010. године Милош Радоњић је био ангажован у Лабораторији за примену рачунара у науци као стипендиста Министарства просвете науке и технолошког развоја на пројекту основних истраживања „Моделирање и нумеричке симулације сложених физичких система” ОИ141035, а потом је од јануара 2011. године запослен у Институту за физику као истраживач сарадник на пројектима ОН171017: „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система” и ИИИ45018: „Наноструктурни мултифункционални материјали и нанокompозити”. У периоду од 2013. до 2015. године је учествовао на билатералним пројектима са групама

из Немачке и Француске. У звање научног сарадника изабран је 26. фебруара 2015. године.

Од септембра 2014. до октобра 2016. године др Радоњић је радио као постдокторски истраживач у групи проф. др Дитера Фолхарта на Институту за физику Универзитета у Аугсбургу у Немачкој. У том периоду је био ангажован и као асистент у настави. По повратку са постдокторског усавршавања, наставио је ангажман као научни сарадник на пројекту ОН171017 и наставио сарадњу са групом проф. Фолхарта, посебно са проф. др Ливијум Киончелом. Од 2018. године др Радоњић руководи билатералним пројектом са проф. Киончелом под називом „Неравнотежни транспорт јако корелисаних полуметаличних система”.

2. Преглед научне активности

Научноистраживачки рад др Милоша Радоњића је у области теоријске физике кондензоване материје и бави се проучавањем транспортних особина јако корелисаних материјала, као и динамиком кристалне решетке.

Главни теоријски и нумерички метод за прорачун електронске структуре, као и транспортних и термодинамичких особина кристалних једињења је теорија функционала густине (density functional theory, DFT). Овај метод даје, међутим, непотпун или у неким случајевима чак квалитативно погрешан опис материјала са јаким електронским корелацијама. У ове материјале спадају елементи и једињења са делимично попуњеном d или f електронском љуском, попут различитих оксида прелазних метала и неконвенционалних суперпроводника - купрата и суперпроводника на бази гвожђа. Јака електрон-електрон интеракција између d (или f) електрона је непотпуно описана DFT методом, која је у суштини метода средњег поља. Да би успешно описали транспорт електрона, као и различита магнетна уређења, суперпроводност или Мотов метал-изолатор прелаз, неопходно је применити методе које експлицитно урачунавају квантне многочестичне корелације. Примена и развој оваквих метода чине главни правац рада др Милоша Радоњића.

Теме из научних радова можемо оквирно да сврстамо у следеће целине:

- прорачун електронског спектра и транспорта наелектрисања у јако корелисаним материјалима и наноструктурама,
- суперпроводне фазе елементарног бизмута,
- динамика решетке и електронска структура пниктида, халкогенида и оксида прелазних метала,
- утицај неуређености на транспортне особине јако корелисаних електронских система.

У наредним одељцима укратко су приказани главни научни резултати добијени у оквиру набројаних тема.

2.1 Прорачун електронског спектра и транспорта наелектрисања у јако корелисаним материјалима и наноструктурама

Методе коришћене у овим истраживањима обухватају проширење DFT прорачуна укључивањем јаких локалних електронских корелација на нивоу динамичке теорије средњег поља (dynamical mean field theory, DMFT).

Развијен је метод за прорачун равнотежних и неравнотежних (на коначном напону) особина јако корелисаних нано структура из првих принципа. Метод комбинује теорију функционала густине (DFT), теорију квантног транспорта, прорачуне нумеричке ренормализационе групе (numerical renormalization group - NRG) и ренормализовану теорију суперпертурбације (renormalized super-perturbation theory - rSPT). Испитиван је утицај различитих геометрија границе (на атомском нивоу) између молекула и електрода, што омогућава одређивање Кондо температуре и транспортних особина у сагласности са експериментом. Помоћу неравнотежних прорачуна (rSPT) процењена је област поузданости равнотежних (DFT+NRG) прорачуна када се примене за процену проводности у случају постојања коначног напона. Резултати показују да овај метод омогућава квалитативан увид у особине спојева молекула са металима када су ти спојеви аморфни, или недовољно одређени, а да може да пружи и пун квантитативни опис експеримента када је контактна наноструктура добро окарактерисана.

Проучаван је утицај јаких електронских корелација на електронску структуру паладијума. Ефекти локалних корелација су урачунати решавањем више-орбиталног Хабардовог модела у оквиру DFT(LDA)+DMFT приступа. Урачунавањем ових корелација је побољшано слагање експериментално измерене и теоријски израчунате константе решетке и модула стишљивости. Уочено је да јаке електронске корелације коригују само одређене делове Фермијеве површи. Такође је разматран допринос нелокалних корелација поређењем са решењем GW методом. Утврђено је да за при релативно малим вредностима локалне Кулонове интеракције и Хундовог спрезања не показују значајне разлике између DFT+DMFT и GW решења.

Предложен је метод за израчунавање трансмисије кроз јако корелисане хетероструктуре комбинујући теорију функционала густине и динамичку теорију средњег поља (DFT+DMFT) у неравнотежној поставци. Ова комбинација је остварена тако што је многочестична сопствена енергија израчуната у базису свих електрона и пребачена у базис локализованих електрона у облику псеудопотенцијала. Помоћу ове методе су проучавани ефекти јаке локалне интеракције електрона и коначне температуре на трансмисију кроз металну хетероструктуру Cu_4CoCu_4 . Показано је да локалне јаке електронске корелације умањују укупну трансмисију на Фермијевом нивоу превасходно умањујући допринос мање попуњеног спинског канала, док се спинска поларизација увећава.

Резултати су приказани у следећим радовима:

- L. Chioncel, C. Morari, A. Ostlin, W. H. Appelt, A. Droghetti, **M. M. Radonjić**, I. Rungger, L. Vitos, U. Eckern and A. V. Postnikov: *Transmission Through Correlated Cu_nCoCu_n Heterostructures*, Phys. Rev. B **92**, 054431 (2015).
- W. H. Appelt, A. Droghetti, L. Chioncel, **M. M. Radonjić**, E. Munoz, S. Kirchner, D. Vollhardt, and I. Rungger: *Predicting the Conductance of Strongly Correlated Molecules: the Kondo Effect in Perchlorotriphenylmethyl/Au Junctions*, Nanoscale **10**, 17738 (2018).
- A. Östlin, W. H. Appelt, I. Di Marco, W. Sun, **M. Radonjić**, M. Sekania, L. Vitos, O. Tjernberg, and L. Chioncel: *The electronic structure of Palladium in the presence of many body effects*, Phys. Rev. B **93**, 155152 (2016).

2.2 Проучавање суперпроводних фаза елементалног бизмута

Пратећи интензивна истраживања суперпроводности у купратима и суперпроводницима на бази гвожђа, једноставнији материјали, као што су елементална једињења, односно поједини моноатомски кристали, су привукли значајну пажњу. Скорашња истраживања су показала да упркос њиховој једноставности, она представљају богат полигон за откривање нових феномена и неконвенционалних особина. Једно од најзанимљивијих таквих једињења је свакако бизмут. Наиме, бизмут је компензовани полуметал са малом концентрацијом носилаца наелектрисања која потичу од мале електронске и шупљинске Фермијеве површи. Због тога је бизмут врло осетљив на промену спољашњих параметара, нпр. Притиска или температуре, а притом и спин-орбит интеракција значајно утиче на његове особине. Услед притиска бизмут пролази кроз више структурних фазних прелаза.

Проучавана је природа суперпроводности у моноклиничној фази бизмута (Bi-II) која је присутна на 2.80 GPa. Експериментални резултати су добијени мерењима мионском-спинском-ротацијом су подржани и потврђени теоријским прорачунима базираним на Елиашберговој теорији полазећи од првих принципа. Приказано је одлично слагање суперпроводне критичне температуре и критичног магнетног поља између експеримента и теорије, а прорачуни су показали да бизмут у овој фази има умерену јачину суперпроводног спрезања. Резултати су приказани у раду

- R. Khasanov, **M. M. Radonjić**, H. Luetkens, E. Morenzoni, G. Simutis, S. Schoenecker, W. H. Appelt, A. Ostlin, L. Chioncel, and A. Amato: *Superconducting Nature of the Bi-II Phase of Elemental Bismuth*, Phys. Rev. B **99**, 174506 (2019).

3.3 Проучавање динамике решетке и електронске структуре пниктида, халкогенида и оксида прелазних метала

Трећа тема је везана за прорачуне електронске и фононске структуре (динамике решетке) разних једињења, углавном дихалкогенида и 122 суперпроводника. Прорачуни електронске структуре су вршени у оквиру теорије функционала густине, док је динамика решетке проучавана помоћу пертурбативне теорије функционала густине (Density functional perturbation theory - DFPT).

Проучавана је динамике решетке сулфида гвожђа. У експерименталним фононским спектрима уочене су аномалије које се огледају у појави додатних фононских мода. Порекло тих мода које се налазе у процепу између оптичких мода је утврђено детаљним прорачунима помоћу пертурбативне теорије функционала густине. Недвосмислено је показано да су двофононски процеси одговорни за њихов настанак, а као механизам њиховог испољавања у експерименту препозната је електрон-фонон интеракција.

Испитивана је динамика решетке и фононске карактеристике различитих суперпроводника на бази гвожђа и њима сродних једињења, помоћу пертурбативне теорије функционала густине, као и CeO_2 нанокристала. Представљено је добро слагање фононских фреквенција у центру Бриленове зоне, добијених помоћу прорачуна и измерених Рамановом спектроскопијом. Сви модови осциловања уочени у експериментима су правилно симетријски окарактерисани. Проучаван је и документован утицај температуре и допирања на фононске спектре и коментарисан утицај електрон-фонон интеракције. Код материјала који поседују магнетни фазни прелаз, документован је утицај магнетног уређења на фононске спектре.

Раманови спектри $S=2$ “*spin-ladder*” једињења $\text{BaFe}_2\text{Se}_2\text{O}$ су проучавани помоћу Раманове спектроскопије и фононских прорачуна. Анализом температурне зависности појединих модова уочено је дугодометно, антиферомагнетно уређење испод $T=240\text{K}$. Измерени спектри показују и постојање магнетног континуума који нестаје на температури $T=623\text{K}$, што представља температуру на којој се нарушава краткодометно магнетно уређење.

У сарадњи са групама са Фармацеутског и Технолошког факултета проучавани су вибрациони спектри молекула ибупрофена. За кристалне структуре сачињене од великих органских молекула је карактеристично постојање јаким ковалентних веза и слабих ван дер Валсових у исто време. Оба типа веза се могу проучавати помоћу Раманове спектроскопије, што представља неопходан корак у карактеризацији главних физичко-хемијских својства и испитивању стабилности и трансформације једињења на молекуларном нивоу. Помоћу DFPT методе су проучавани вибрациони модови молекула, који се појављују у Рамановим спектрима на ниским енергијама.

Након покретања претходног избора у звање објављени су следећи радови из овог прваца рада:

- A. Baum, A. Milosavljević, N. Lazarević, **M. M. Radonjić**, B. Nikolić, M. Mitschek, Z. Inanloo Maranloo, M. Scepanović, M. Grujić-Brojčin, N. Stojilović, M. Opel, Aifeng Wang, C. Petrovic, Z. V. Popović, and R. Hackl: *Phonon Anomalies in FeS*, Phys. Rev. B **97**, 054306 (2018).
- M. Opacić, N. Lazarević, D. Tanasković, **M. M. Radonjić**, A. Milosavljević, Y. Ma, C. Petrovic, and Z. V. Popović: *Small Influence of Magnetic Ordering on Lattice Dynamics in $\text{TaFe}_{1.25}\text{Te}_3$* , Phys. Rev. B **96**, 174303 (2017).
- M. Opacić, N. Lazarević, **M. M. Radonjić**, M. Scepanović, H. Ryu, A. Wang, D. Tanasković, C. Petrovic and Z. V. Popović: *Raman Spectroscopy of $\text{K}_x\text{Co}_{2y}\text{Se}_2$ Single*

Crystals Near the Ferromagnetparamagnet Transition, J. Phys. Cond. Matt. **28**, 485401.

- Z. V. Popović, M. Scepanović, N. Lazarević, M. Opacić, **M. M. Radonjić**, D. Tanasković, H. Lei and C. Petrovic: *Lattice Dynamics of BaFe₂X₃ (X=S,Se) Compounds*, Phys. Rev. B **91**, 064303 (2015).
- Z. V. Popovic, M. Grujic-Brojcin, N. Paunovic, **M. M. Radonjić**, V. D. Araujo, M. I. B. Bernardi, M. M. de Lima and A. Cantarero: *Far-infrared Spectroscopic Study of CeO₂ Nanocrystals*, J. Nanopart. Res. **17**, 23 (2015).

3.4 Утицај неуређености на транспортне особине, јако корелисаних електронских система

Мотов метал-изолатор прелаз настаје услед јаких електрон-електрон интеракција и представља пример квантног фазног прелаза. У непосредној близини Мотовог прелаза јако међуелектронско расејање доводи до некохерентних ексцитација које пресудно утичу на транспортне и термодинамичке особине. Како се ове особине мењају под утицајем неуређености је врло нетривијално и веома важно питање, посебно имајући у виду да су многи јако корелисани материјали нестехиометријска једињења па је неуређеност, односно одступање од идеалне периодичности, неизбежно. За разумевање транспорта је неопходно урачунати ефекат некохерентних ексцитација што је могуће у оквиру динамичке теорије средњег поља (DMFT) и њеног уопштења на неуређене системе.

Показано је да читава фамилија експерименталних кривих отпорности у функцији температуре на Si MOSFET-има и GaAs/AlGaAs хетероструктурама може да се колапсира на једну криву, када се температура скалира са температуром кохеренције. Ова температура је процењена као температура на којој отпор достиже максимум. Утврђено је да је температура кохеренције инверзно пропорционална ефективној маси разређеног дводимензионалног електронском гаса у Si MOSFET-има. Слични резултати се добијају и анализом решења једноставног Хабардовога модела за Мотов метал-изолатор прелаз. Ови резултати указују да јако међуелектронско расејање, а не неуређеност, доминантно одређује особине MOSFET-а у широком интервалу концентрација и температура у близини 2D метал-изолатор прелаза.

Испитиван је утицај неуређености на особине јако интерагујућих електронских система. Неуређеност (нечистоће, допирање, дислокације) су, у већој или мањој мери, увек присутне у синтези материјала и могу да имају веома велики утицај на њихова својства. У раду је испитан међусобни утицај неуређености и јаких електронских корелација (интеракција) на метал-изолатор прелаз. Проучаван је неуређени полупопуњени Хабардов модел у оквиру динамичке теорије средњег поља и њених уопштења. Конкретно, коришћена је апроксимација кохерентног потенцијала за случај слабе до умерене неуређености. Уочено је да при константној интеракцији, неуређеност ефективно шири проводну зону и систем удаљава од Мотовог прелаза. Криве отпорности имају сличну немонотону температурну зависност у близини Мотовог прелаза као и у чистом случају. Вредност за максималну металну отпорност прелази

квази-класичну Мот-Јофе-Регел границу за ред величине. Друдеов пик у оптичкој проводности опстаје чак и када је отпорност упоредива са Мот-Јофе-Регел границом. Ова теорија је успела да опише главни ефекат неуређености уочен у експериментима, а то је да са повећањем неуређености отпорност система опада (у случају слабе до умерене неуређености).

Ови резултати су приказани у радовима пре претходног избора у звање.

3. Елементи за квалитативну анализу рада

3.1 Квалитет научних резултата

3.1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Милош Радоњић је у досадашњем раду објавио 17 радова М20 категорије у међународним часописима са ISI листе од чега 1 рад М21а, 14 радова М21 и 2 рада М22. Поред тога је објавио и 14 саопштења на конференцијама, од чега 1 у категорији М32 и 13 у категорији М34.

Након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, др Милош Радоњић је објавио 9 радова у међународним часописима са ISI листе, од чега 1 у категорији М21а и 8 у категорији М21. Поред тога је имао 8 саопштења на конференцијам, од чега 1 у категорији М32 и 7 у категорији М34.

Као пет најзначајнијих радова кандидата могу се узети:

1. **M. M. Radonjić**, D. Tanasković, V. Dobrosavljević and K. Haule, *Influence of disorder on incoherent transport near the Mott transition*, Phys. Rev. B **81**, 075118 (2010); М21; цитиран 13 пута,
2. **M. M. Radonjić**, D. Tanasković, V. Dobrosavljević, G. Kotliar, and K. Haule, *Wigner-Mott Scaling of Transport Near the Two-dimensional Metal-insulator Transition*, Phys. Rev. B **85**, 085133 (2012); М21; цитиран 14 пута,
3. N. Lazarević, **M. M. Radonjić**, D. Tanasković, R. Hu, C. Petrovic and Z. V. Popović, *Lattice Dynamics of FeSb₂*, J. Phys. Cond. Matt. **24**, 255402 (2012); М21; цитиран 9 пута.
4. W. H. Appelt, A. Droghetti, L. Chioncel, **M. M. Radonjić**, E. Munoz, S. Kirchner, D. Vollhardt, and I. Rungger: *Predicting the Conductance of Strongly Correlated Molecules: the Kondo Effect in Perchlorotriphenylmethyl/Au Junctions*, Nanoscale **10**, 17738 (2018); М21а; цитиран 1 пут,
5. R. Khasanov, **M. M. Radonjić**, H. Luetkens, E. Morenzoni, G. Simutis, S. Schoenecker, W. H. Appelt, A. Ostlin, L. Chioncel, and A. Amato: *Superconducting*

Nature of the Bi-II Phase of Elemental Bismuth, Phys. Rev. B **99**, 174506 (2019); M21, цитиран 1 пут.

Први рад је био полазна основа докторске дисертације кандидата. Кандидат је испитивао међусобни утицај неуређености и јаких електронских корелација (интеракција) на метал-изолатор прелаз. Помоћу нумеричких симулација, кандидат је проучавао неуређени полупопуњени Хабардов модел у оквиру динамичке теорије средњег поља (DMFT) и њених уопштења. Коришћена је апроксимацију кохерентног потенцијала примењена на случај слабе до умерене неуређености. Утврђено је да при константној интеракцији, неуређеност ефективно шири проводну зону и систем удаљава од Мотовог прелаза. Показано је да криве отпорности имају сличну немонотону температурну зависност у близини Мотовог прелаза као и у чистом случају и да вредност за максималну металну отпорност прелази квази-класичну Мот-Јофе-Регел границу за ред величине. Друдеев пик у оптичкој проводности опстаје чак и када је отпорност упоредива са Мот-Јофе-Регел границом. Ови резултати описује главне ефекте неуређености уочене у експериментима на јако корелисаним (Мотовим) органским једињењима.

Други рад се бави природом метал изолатор прелаза у дводимензионалним електронским гасовима и документује валидност Вигнер-Мот сценарија метал-изолатор прелаза у овим системима. Кандидат је показано да читава фамилија експерименталних кривих отпорности у функцији температуре на Si MOSFET-има и GaAs/AlGaAs хетероструктурама може да се колапсира на једну криву, када се температура скалира са температуром кохеренције. Ова температура је процењена као температура на којој отпор достиже максимум. Утврђено је да је температура кохеренције инверзно пропорционална ефективној маси разређеног дводимензионалног електронском гаса у Si MOSFET-има. Ову феноменолошку анализу кандидат је допунио решавањем Хабардовог модела за Мотов метал-изолатор прелаз. Анализом теоријских и експерименталних резултата утврђено је да јако међуелектронско расејање, а не неуређеност, доминантно одређује особине MOSFET-а у широком интервалу концентрација и температура у близини 2D метал-изолатор прелаза.

Трећи рад је теоријско-експериментални и представља детаљну студију динамике решетке гвожђе диантимонида. Кандидат је реализовао прорачун из првих принципа и пертурбативне теорије функционала густине. Теоријски резултати су омогућили правилну асигнацију експерименталних фононских мода и допринели су објашњењу аномалија уочених у експерименталном спектру. Истовремено је приказано одлично слагање између теоријских и експерименталних резултата.

Четврти рад се бави развојем метода за прорачун транспорта наелектрисања у јако корелисаним наноструктурама из првих принципа. Метод комбинује теорију функционала густине, теорију квантног транспорта, прорачуне нумеричке ренормализационе групе и ренормализовану теорију суперпертурбације. Кандидат је осмислио и развио начин да укомбинује теорију функционала густине у неравнотежној поставци са решавањем прибрема Андерсонове нечистоће (Anderson impurity), користећи теорију квантног транспорта. Решавањем ефективног модела Андерсонове нечистоће укључени су ефекти јаких локалних корелација. За прорачун је искоришћен

метод нумеричке ренормализационе групе за равнотежне системе. Кандидат је испитао утицај различитих геометрија границе (на атомском нивоу) између молекула и електрода и добијено је добро слагање Кондо температуре и транспортних особина са експериментом. Уз минималне измене, овај метод може да се примени и на истраживање транспортних особина хетероструктура. Помоћу неравнотежних прорачуна (rSPT), процењена је област поузданости равнотежних (DFT+NRG) прорачуна када се примене за процену проводности у случају постојања коначног напона. Резултати показују да овај метод омогућава квалитативан увид у особине спојева молекула са металима када су ти спојеви аморфни, или недовољно одређени, а да може да пружи и пун квантитативни опис експеримента када је контактна наноструктура добро окарактерисана.

Пети рад представља студију суперпроводности бизмута под притиском. Због својих особина и чињенице да је компензовани полуметал и има изражену спин-орбит интеракцију, бизмут је по много чему јединствен елемент, који под притиском пролази кроз више структурних фазних прелаза. У овом раду проучавана је природа суперпроводности моноклиничне фазе бизмута (*Bi-II*) која се реализује под притиском од 2.80 GPa . Помоћу Елиашбергове теорије, а полазећи од првих принципа, кандидат је израчунао критичну температуру и критично магнетно поље који се одлично слажу са експерименталним вредностима и тиме су подржани експериментални резултати добијени мерењима мионске-спинске-ротације. То је од изузетне важности, јер се ова фаза тешко реализује у експерименталним условима и постоје индикације да је метастабилна. Такође, кандидат је испитао и утицај спин-орбит интеракције, за коју се испоставило да игра веома значајну улогу у овом систему.

3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према бази података Web of Science на дан 30. октобра 2019. године, радови кандидата су цитирани укупно 109 пута, односно 100 пута не рачунајући самоцитате. Према истој бази, Хиршов индекс кандидата је 7. Релевантни подаци о цитираности са интернет странице Web of Science базе су дати у прилогу.

3.1.3 Параметри квалитета часописа

У категоријама M21a, M21 и M22 кандидат је објавио радове у следећим часописима, при чему су подвучени бројеви односе на радове објављене након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања:

• 1 рад у *Nanoscale* (ИФ = 7.367),

• 6 + 4 радова у *Physical Review B* (ИФ = 3,836 за 4 рада, ИФ = 3.736 за 2 рада,

ИФ = 3.767 за 2 рада, ИФ = 3.774 за 2 рада),

• 1 + 2 рада у *Journal of Physics: Condensed Matter* (ИФ = 2,346 за 1 рад, ИФ = 2.546 за 2 рада),

- 1 рад у *Journal of Nanoparticle Research* (ИФ = 2,278),
- 1 рад у *Solid State Communications* (ИФ = 1.897),
- 1 рад у *Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* (ИФ = 2.353).

Укупан импакт фактор радова кандидата је 59.231, а у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања тај фактор је 34.807. Часописи у којима је кандидат објављивао су веома цењени у областима којима припадају. Међу њима се посебно истичу Nanoscale и Physical Review B.

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидата након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања дати су у доњој табели. Она садржи импакт факторе (ИФ) радова, М бодове радова по категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП). У табели су дате укупне вредности, као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку, за радове објављене у категоријама M20.

	ИФ	М	СНИП
Укупно	34.807	74	10.301
Усредњено по чланку	3.867	8.222	1.145
Усредњено по аутору	3.852	8.161	1.132

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

Др Милош Радоњић је у досадашњој научној каријери сарађивао са неколико независних истраживачких група у земљи и иностранству, што је захтевало детаљно упознавање са различитим темама и примену различитих нумеричких и аналитичких метода. Др Милош Радоњић се увек показао као поуздан сарадник који је активно учествовао у свим фазама рада: поставци проблема, дискусијама, решавању постављених задатака применом обимних нумеричких прорачуна и апроксимативних аналитичких метода, анализи добијених података (и поређењу са експериментима где је то било могуће), као и у писању радова.

Др Радоњић је први аутор на радовима из којих је проистекла његова докторска дисертација. Током израде ових радова, поред ментора др Дарка Танасковића, блиско је сарађивао и са проф. Владимиром Добросављевићем из Талахасија, САД. Што се тиче радова који су урађени заједно са колегама из Лабораторије за Раманову спектроскопију на Институту за физику у Београду, треба нагласити да је овим радовима започета сарадња која је довела до већег броја експериментално-теоријских

публикација. Др Милош Радоњић је имао значајан удео у отпочињању ове сарадње, а најчешће је имао и главни допринос у реализацији конкретних нумеричких прорачуна.

Током двогодишњег постдокторског рада на Институту за физику у Аугсбургу, Немачка, др Милош Радоњић је значајно проширио своју област рада и експертизу. Објављени радови из овог периода имају нешто већи број коаутора из разлога што су коришћене комплементарне теоријске методе у њиховој изради. Др Радоњић је притом дао главни допринос у развијању методе која комбинује теорију функционала густине у неравнотежној поставци са ДМФТ приступом користећи теорију квантног транспорта. Примена нумеричких прорачуна је укључивала прорачун транспортних својстава, Кондо температуре и ефеката геометрије границе између корелисаног метала и електроде. Након завршетка постдокторског стажа и повратка у Србију, др Милош Радоњић је наставио сарадњу и објављивање радова са колегама из Немачке и из других европских земаља, пре свега са проф. Ливиу Киончелом са којим води билатерални пројекат.

3.2 Ангажовање у формирању научних кадрова

За време постдокторског боравка на Универзитету у Аугсбургу, кандидат је активно учествовао у настави на основним студијама Физичког факултета у Аугсбургу. Био је асистент-тутор на вежбама из Математичких концепата у физици I и II, као и Рачунарске физике.

Др Милош Радоњић је имао значајну улогу у вођењу дипломског рада Наташе Белић на Физичком факултету Универзитета у Београду.

3.3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви разматрани радови кандидата садрже комплексне нумеричке симулације, а неки од њих и експерименталне делове. Теоријско-нумерички радови су нормирани по формули $M / [1 + 0.2 * (n - A)]$ са $A=5$, а експериментално-теоријски радови са $A=7$, у складу са Правилником. Притом треба узети у обзир да је у већини радова укључено 3 или више различитих група из различитих институција.

3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат руководи билатералним пројектом са Немачком за период 2018-2019. под називом „Неравнотежни транспорт јако корелисаних полуметаличних система“.

Кандидат учествује на пројекту основних истраживања „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система“ (ОН171017).

3.5 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидат је рецензент за часописе Physical Review A, Physical Review B и Physical Review E у издању Америчког друштва физичара.

Кандидат је члан Одсека за примењену и рачунарску физику Друштва физичара Србије.

3.6 Утицајност научних резултата

Утицајност научних резултата кандидата је наведена у одељку 3.1. Пун списак радова са бројем цитата је дат у прилогу.

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

Допринос је детаљно описан у тачки 3.1.4: Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству.

3.8 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

Кандидат је одржао следеће предавање по позиву на конференцији (категорија M32):

1) **Miloš M. Radonjić**, Rustem Khasanov, Liviu Chioncel and Alex Amato, *Superconducting Nature of Elemental Bismuth Under Pressure*, The 20th Symposium on Condensed Matter Physics – SFKM 2019, Belgrade, Serbia.

Кандидат је такође одржао следеће предавање по позиву на иностраном универзитету:

1) **Miloš Radonjić**, *Phonon anomalies in FeS*, 11.12.2017, Institute of Physics Augsburg, University of Augsburg, Augsburg, Germany.

4. Елементи за квантитативну анализу рада

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	6.25
M21	8	8	64	42.24
M32	1.5	1	1.5	1.5
M34	0.5	7	3.5	2.43

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

Минималан број М бодова		Остварено М бодова без нормирања	Остварено М бодова са нормирањем
Укупно	50	79	52.42
M10+M20+M31+M32+M33+M41 +M42+M90	40	75.5	49.99
M11+M12+M21+M22+M23	30	74	48.49

Према бази података Web of Science на дан 31. октобра 2019. године, радови кандидата су цитирани укупно 109 пута, односно 100 пута не рачунајући самоцитате. Према истој бази, Хиршов индекс кандидата је 7.

5. Закључак и предлог

Имајући у виду квалитет научноистраживачког рада др Милоша Радоњића, као и његово значајно искуство у међународној сарадњи и постдокторско усавршавање у једној од водећих светских група у датој научној области, мишљења смо да је кандидат достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података из извештаја се види да испуњава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање виши научни сарадник прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Због тога нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Милоша Радоњића у звање виши научни сарадник.

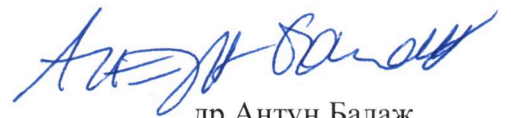
У Београду, 15. 11. 2019.

Чланови комисије



др Дарко Танасковић
научни саветник

Институт за физику у Београду



др Антун Балаж
научни саветник

Институт за физику у Београду



академик Зоран Поповић
научни саветник

Институт за физику у Београду



проф. др Ђорђе Спасојевић
редовни професор

Физички факултет Универзитета у Београду