

**Univerzitet Crne Gore  
Prirodno-matematički fakultet**

Džordža Vašingtona b.b.  
1000 Podgorica, Crna Gora

tel: +382 (0)20 245 204

fax: +382 (0)20 245 204

[www.pmf.ac.me](http://www.pmf.ac.me)

Broj: 2590

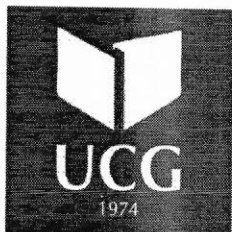
Datum: 30-09-2020

UNIVERZITET CRNE GORE

-CENTAR ZA DOKTORSKE STUDIJE-

U prilogu akta dostavljamo Predlog Odluke o usvajanju godišnjeg Izvještaja mentora o napredovanju studenta doktorskih studija mr Božidara Šoškića.

DEKAN  
Prof. dr Predrag Miranović



**Univerzitet Crne Gore  
Prirodno-matematički fakultet**

Džordža Vašingtona b.b.  
1000 Podgorica, Crna Gora

tel: +382 (0)20 245 204

fax: +382 (0)20 245 204

[www.pmf.ac.me](http://www.pmf.ac.me)

Broj: 2590/1

Datum: 30-09-2020

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore, na LI sjednici Vijeća održanoj 25.09.2020. godine, donijeta je

**ODLUKA**

**I**

Usvaja se godišnji Izveštaj mentora prof. dr Predraga Miranovića i prof. dr Željka Šljivančanina o napredovanju mr Božidara Šoškića, studenta doktorskih studija na Prirodno-matematičkom fakultetu - studijski program Fizika.

**II**

Odluka se dostavlja Centru za doktorske studije Univerziteta Crne Gore.

DEKAN  
Prof. dr Predrag Miranović



## GODIŠNJI IZVJEŠTAJ MENTORA O NAPREDOVANJU DOKTORANDA

Akademska godina za koju se podnosi izvještaj		2019/20	
<b>OPŠTI PODACI O DOKTORANDU</b>			
Titula, ime, ime roditelja, prezime	Mr Božidar Nikola Šoškić		
Fakultet	Prirodno-matematički fakultet		
Studijski program	Fizika		
Broj indeksa	2/18		
<b>MENTOR/MENTORI</b>			
Prvi mentor	Prof. dr Predrag Miranović	Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	Fizika čvrstog stanja
Drugi mentor	Dr Željko Šljivančanin	Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Srbija	Fizika čvrstog stanja
<b>EVALUACIJA DOKTORANDA*</b>			
Koliko ste zadovoljni kvalitetom održanih susreta sa doktorandom?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
(Ako je prethodni odgovor „1“ ili „2“ dati obrazloženje i prijedloge za poboljšanje)			
Da li je definisan plan rada sa doktorandom?	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE		
Da li je doktorand ostvario napredak prema predviđenom planu rada?	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE		
(Ako je prethodni odgovor „ne“ dati obrazloženje i prijedloge za poboljšanje)			
Kvalitet napretka doktorandovog istraživačkog rada u periodu između dva izvještaja je:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
(Ako je prethodni odgovor „1“ ili „2“ dati obrazloženje i prijedloge za poboljšanje)			
Dati ocjenu Doktorandove spremnosti za konsultacije.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
Dati ocjenu planiranja i izvršavanja godišnjih istraživačkih aktivnosti i stručnog usavršavanja doktoranda.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
Dati ocjenu napretka u savladavanju metodologije naučno-istraživačkog rada.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
Dati ocjenu o aktivnostima sprovedenim na pisanju i objavljivanju naučnih radova.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
Dati ocjenu doktorandovog generalnog odnosa prema studijama.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
Dati ocjenu ukupnog kvaliteta doktorandovog rada.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5		
(Ako je prethodni odgovor „1“ ili „2“ dati obrazloženje i prijedloge za poboljšanje)			
<b>SAGLASNOST ZA NASTAVAK STUDIJA</b>			

\*Ocjene su: 1 – nedovoljan, 2 – dovoljan, 3 – dobar, 4 – vrlo dobar, 5 – odličan

Može li doktorand nastaviti studije?	<input checked="" type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Da, uz određene uslove <input type="checkbox"/> Ne
--------------------------------------	--

(Ako je prethodno dat odgovor pod „b)“ ili „c)“ dati obrazloženje i prijedloge za poboljšanje)

Napomene

(Popuniti po potrebi)

### IZJAVA MENTORA

Izjava mentora o vremenskom periodu i realizaciji polaznih istraživanja (popunjava se samo za prvi izvještaj mentora)

Student Božidar Šoškić je doktorske studije upisao u maju 2019. godine. Tokom prve godine studija položio je sve ispite predviđene nastavnim planom na studijskom programu Fizika, i to: Viši kurs kvantne mehanike, Teoriju superprovodljivosti, Metode kvantne teorije polja u fizici čvrstog stanja i Fiziku magnetizma. Zbog prirode svojih istraživanja tokom prve godine studija boravio je na Institutu za nuklearne nauke „Vinča“ u Beogradu, u periodu od 29. februara do 9. jula 2020, gdje se u prvoj fazi istraživanja, u želji da konstruiše stabilne niskodimenzionalne strukture gvožđa, bavio ispitivanjem jedne dvodimenzionalne strukture bora na srebru koja je pogodna za to kao podloga, sa prirodno periodičnim šupljinama u obliku heksagona upotrebom softverskih programa za kompjutersko simuliranje materijala ASE i GPAW, zapisanih u programskim jezicima Python i C. Ovaj materijal je upravo zbog svojih šupljina, koji formiraju lance, pogodan za takvo ispitivanje i pokazao je da se na tim šupljinama gvožđe mnogo jače vezuje nego van njih. Bor na srebru je struktura koja je i eksperimentalno realizovana, što je objavljeno u načnim radovima: Zhuhua Zang, Evgeni Penevi and Boris I., „Two-dimensional boron: structures, properties and applications“, Chemical Society Reviews, **46**, 6667–7096 (2017) i Baojie Feng, Jin Zhang, Qing Zhong, Wenbin Li, Shuai Li, Hui Li, Peng Cheng, Sheng Meng, Lan Chen and Kehui Wu, „ Experimental realization of two-dimensional boron sheets“, Nature Chemistry (2016). Dati proračuni se inače vrše upotrebom klastera računara KTH Instituta za tehnologiju u Švedskoj. Dodavanjem atoma gvožđa računao je energiju veze, magnetni moment, indukovanu elektronsku gustinu, spinsku gustinu, gustinu stanja, projektovanu gustinu stanja i slično, za sistem od jednog atoma gvožđa, dimera, trimera, jednog lanca i lanaca dimera atoma gvožđa. Favorizovana je antiferomagnetna interakcija između lanaca, a razlike u energijama različitih spisnikih sistema su u dobroj saglasnosti sa vrijednostima dobijenih Hajzenbergovim modelom. Nakon izvršenih proračuna za prvu strukturu bora, počeo je drugu fazu istraživanja, koja je podrazumijevala i kratku obuku na drugom softverskom programu - Quantum Espresso, koji je zapisan u Fortranu, zatim je ponovio proračune koje radio u prethodno navedenim softverskim programima, zbog upoređivanja rezultata i kako bi svi rezultati bili konzistentni i urađeni u istom programu. Prilikom ispitivanja interakcije lanaca dimera, zbog boljih i preciznijih teorijskih objašnjenja, krenuo je sa ispitivanjem druge strukture dvodimenzionalnog bora sa drugačijim rasporedom šupljina (kvazi trougaona rešetka), kako bi rezultate uporedio sa prvom strukturom, u želji da pronade još bolje objašnjenje dobijenih rezultata. Ispitivanjem druge strukture, gusta koncentracija lanaca atoma gvožđa je jako naborala ravansku strukturu bora, pri čemu su neki lanci potonuli do atoma srebra. Plan je sada da se ispituju i strukture, u kojima se atomi gvožđa ispod bora, i da se iste uporede sa slučajem kada se oni nalaze na njemu. Cilj je izračunati i barijere za difuziju gvožđa kroz bor, kako bi ispitaio da li se i na sobnim temperaturama takvi procesi dešavaju. Nakon završenih proračuna, počeo je sa pisanjem naučnog rada sa kompletnim opisom strukture i magnetnih osobina jednoatomske lanaca gvožđa formiranih na bor, deponovanom na površinu srebra.

Nakon ovih dodatnih istraživanja student Božidar Šoškić će biti spreman da formuliše temu doktorske disertacije.

U Podgorici,  
24. Jul 20202

*Handwritten signature*

Dr Željko Šljivančanin

*Handwritten signature*  
Prof. dr Predrag Miranović

**Prilog dokumenta sadrži:**

**Obrazac IM: Godišnji izvještaj mentora o napredovanju doktoranda**

## Gantogram aktivnosti Božidara Šoškića

Aktivnosti	Maj 2019-December 2019	Januar 2020-December 2020	December 2020-December 2021	Januar 2021-Septembar 2022
<p><u>I faza „Doktorski ispiti“ Maj 2019-December 2019:</u> U prvoj fazi student Božidar Šoškić će se posvetiti izučavanju osnovnih principa superprovodnosti i magnetizma, kroz 4 ispita sa prve godine doktorskih studija. Prvi ispit „Viši kurs kvantne mehanike“ će studentu omogućiti proširivanje znanja iz Kvantne fizike, u odnosu na kurs koji je izučavao u okviru osnovnih studija, kako bi stekao solidnu osnovu ne samo za izučavanje superprovodnosti, koja je u suštini makroskopski kvantni fenomen, već i za kvantnu teoriju magnetizma. Nakon što savlada „Viši kurs kvantne mehanike“, a prvi dio je već položio u trenutku pisanja ove prijave, student Božidar Šoškić će imati osnovu da savlada druga dva ispita: „Fizika superprovodnih sistema“ i „Fizika magnetnih sistema“. Planiramo da se prva faza istraživanja završi krajem 2019. Posljednji, četvrti ispit će polagati u drugoj fazi istraživanja. Prva faza istraživanja je već završena.</p>				
<p><u>II faza „Početna istraživanja“ Januar 2020- decembar 2020:</u> Na početku druge faze Božidaru Šoškiću će i formalno biti imenovan mentor u skladu sa internim pravilima Univerziteta Crne Gore. Uporedo sa imenovanjem mentora na početku druge faze student Božidar Šoškić će dobiti konkretni problem, i metodologiju kojom bi trebao da ga riješi. Krenuće se od poznatog monoslojevitog feromagnetika <math>\text{CrI}_3</math>, pomoću Teorije funkcionala gustine će se odrediti njegove električne i mehaničke osobine, kako bi se razumjela pojava feromagnetizma i njegova stabilnost u ovom materijalu. Onda će se vještački izazvanim varijacijama (navodimo samo par primjera: elektronskim dopiranjem, izazivanjem mehaničkih napona) analizirati kako se mijenjaju elektronske osobine, kako one utiču na stabilnost feromagnetizma, i u kom smjeru ide jačina elektron-fononske interakcije odgovorna za pojavu superprovodnosti. Polagaće i četvrti predmet sa prve godine doktorskih studija: „Kompjutersko modelovanje strukturnih i elektronskih osobina materijala“. U periodu februar 2020-jul 2020 Božidar Šoškić će boraviti na Institutu za nuklearne Šljivančanina nauke u Vinči gdje će pod neposrednim rukovodstvom i uz pomoć dr Željka Šljivančanina raditi na ovom konkretnom problemu. Po okončanju boravka u Vinči dr. Željko Šljivančanin će podnijeti izvještaj o radu studenta Božidara Šoškića (ovaj izvještaj). Ova faza je istovremeno i kritična faza istraživanja, koja nije predvidiva, nikada ne znamo u kom pravcu mogu da krenu istraživanja, istražujemo nepoznato, ne znamo na kakve teškoće možemo da naiđemo. Ono što možemo da predvidimo jeste da nas početna istraživanja mogu gurnuti u dva različita pravca. Prvi pravac,</p>				

<p>najambiciozniji, da uspijemo različitim varijacijama postojećih 2D ferromagneta i 2D superprovodnika nađemo uslove pod kojima se mogu istovremeno javiti magnetizam i superprovodnost u nekom 2D materijalu. Drugi pravac istraživanja ide u smjeru nalaženja novih 2D materijala koji ispoljavaju feromagnetna svojstva i njihove transportne osobine u spojevima sa drugim superprovodnim materijalima. Zato smo planirali da odbranu polaznih istraživanja pomjerimo za decembar 2020.</p>				
<p><u>III faza „Rad na doktorskoj disertaciji“ Decembar 2020-Decembar 2021:</u>  Na početku treće faze planirano je da se rezultati početnih istraživanja predstave na međunarodnoj konferenciji u oblasti niskih temperatura LT29 koja će se održati u avgustu 2021. U okviru treće faze, od februara 2021 do jula 2021 Božidar Šoškić će boraviti na Univerzitetu u Antwerpenu gdje će pod nadzorom dr Milorada Miloševića, čija se grupa intenzivno bavi magnetizmom i superprovodnošću u 2D materijalima, sprovesti numeričke simulacije na klasteru kompjutera Univerziteta u Antwerpenu, a koje je razradio sa dr Željkom Šljivančaninom u Vinči. Nadamo se da će se ova faza u radu realizovati uprkos poznatoj epidemiološkoj situaciji. Ovaj boravak u Antwerpenu je veoma važan ne samo zbog moćnog kompjuterskog klastera koji ovaj Univerzitet posjeduje, već i zbog činjenica da grupa Milorada Miloševića radi paralelno i na problemima 2D magnetizma, kao i na problemima superprovodnosti i ključna je karika u povezivanju ova dva pravca istraživanja Božidara Šoškića. Po okončanju boravka u Antwerpenu, planirano je da se do avgusta 2021 dovrši rad sa rezultatima istraživanja i pošalje na recenziranje u relevantni časopis sa SCI liste sa idejom da se rad objavi najkasnije u februaru 2022. Na taj način bi student Božidar Šoškić stekao pravo da preda svou doktorsku disertaciju na ocjenu.</p>				
<p><u>IV faza „Odbrana doktorske disertacije“ Januar 2022-Septembar 2022:</u> U okviru četvrte faze Božidar Šoškić će dovršiti tekst doktorske disertacije i predati je na uvid javnosti najkasnije do marta 2022. U drugom dijelu četvrte faze, pored priprema za formalnu odbranu doktorske disertacije, Božidar Šoškić će nastaviti sa započetim istraživanjima. U ovom trenutku je teško prognozirati u trećoj godini istraživanja, kada je rad na doktoratu praktično završen, koji će konkretni problem Božidar dobiti kao prirodni nastavak doktorske disertacije. Ali je nesumnjivo uplanu da se do kraja septembra 2022, kada očekujemo formalnu odbranu doktorata, pripremi još jedan rad za objavljivanje u naučnom časopisu, i u formi preprinta bude objavljen na sajtu arxiv.org.</p>				