

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Џуме Салеха Исе Абудацела (Giuma Saleh Isa Abudagel), 2013/5053, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 5053/13-1 од 22.03.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Џуме Салеха Исе Абудацела за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Експериментална карактеризација магнето-оптичких особина Фарадејевог кристала намењеног за конструкцију сензора магнетског поља“ (енгл. *Experimental Characterization of Magneto-optical Properties of Faraday Crystal Applied in Magnetic Field Sensor*).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Џума Салех Иса Абудацел рођен је у месту Тархуна, Либија, 01.01.1963.г. Основну школу је завршио 1980.г. у Триполију а средњу школу 1983.г. такође у Триполију, Либија. Диплому B.Sc in Physics стекао је 1987.г. на Faculty of Science, University of Tripoli, Libya. Магистарску тезу одбранио је 2001.г. на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на тему „Анализа и пројектовање Nd-Yag ласера са Q-прекидачем“ из области оптоелектроника и ласерска техника. Академску каријеру започиње 1989.г. као истраживач у Централној агенцији за истраживање и производњу у Триполију. Од 2008.г. године запослен је као професор на Azzaytuna University Libya, а изводи наставу на предметима из групе теоретске и експерименталне физике.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Џума Салех Иса Абудацел уписао је докторске студије школске 2013.-2014.г. У циљу реализације програма усавршавања на докторским студијама положио је следеће предмете:

Акроним	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Рок	Датум	Наставник
13Д061ИТТЗ	Иновације, трансфер технологије и заштита интелектуалне својине	10	6	2015/2016 6 јануар	21.01.2016.	Ромчевић Небојша
13Д061СЧМ	Спектроскопија чврстих материјала	8	9	2015/2016 6 јануар	15.01.2016.	Поповић Зоран
13Д061ТПНФ	Транспортни процеси у наноелектроници и фотоници	9	9	2015/2016 6 јануар	15.01.2016.	Радумовић Јован

Акроним	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Рок	Датум	Наставник
13Д061ФКОМ	Фотонски кристали и оптички метаматеријали	8	9	2015/2016 јануар	22.01.2016.	Јакшић Зоран
13Д061ФО	Фуријеова оптика	10	9	2015/2016 јануар	24.01.2016.	Елазар Јован
13Д051АВО	Аутоматско вођење објеката у простору	10	9	2014/2015 фебруар	05.02.2015.	Граовац Стевица
13Д031Т	Термовизија	9	9	2014/2015 јануар	23.01.2015.	Барбарић Жарко
13Д061НО	Нелинеарна оптика	10	9	2013/2014 јун	19.06.2014.	Елазар Јован
13Д061ОММ	Оптоелектронске мерне методе	10	9	2013/2014 јун	17.06.2014.	Петричевић Слободан
13Д061ПИК	Пројектовање интегрисаних кола	10	9	2013/2014 јун	17.06.2014.	Петричевић Слободан

Остале урађене обавезе:

Датум	Тип обавезе	ЕСПБ	Додатне информације	Наставник
15.09.2016.	научно стручни рад	3	Пројекат у вези са темом докторске дисертације	Петричевић Слободан
15.09.2016.	студијски истраживачки рад II	15		Петричевић Слободан
29.09.2015.	студијски истраживачки рад I	15		Петричевић Слободан

Током докторских студија постигао је следећи успех:

Просечна оцена (обавезни и изборни предмети)	9,4
Збир ЕСПБ (обавезни предмети, изборни предмет)	87
Укупан збир ЕСПБ (обавезни и изборни предмети, остале обавезе)	120

Током студија кандидат је урадио серију експерименталних истраживања и резултате је публиковао у раду у међународном часопису и презентовао на међународној конференцији:

Рад саопштен на међународној конференцији:

1. **Saleh Isa Abudagel**, Slobodan Petričević, Pedja Mihailović, Aleksander Kovačević, Jasna L. Ristić-Djurović, Marina Lekić, Branka Hadžić, Nebojša Romčević, "Changes of High Purity Bi₁₂GeO₂₀ Single Crystal Properties Induced by Femtosecond Pulsed Laser Irradiation", Advanced Ceramics and Application V, Serbian Ceramic Society Conference, Belgrade, 21st -23rd Sep. 2016, M34.

Рад публикован у међународном часопису:

2. Kovacevic Aleksander G, Ristic-Djurovic Jasna, Lekic Marina, Hadzic Branka, **Abudagel Giuma Saleh Isa**, Petricevic Slobodan, Mihailovic Pedja, Matovic Branko, Dramlic Dragan, Brajovic Ljiljana, Romcevic Nebojsa, "Influence of Femtosecond Pulsed Laser Irradiation on Bismuth Germanium Oxide Single Crystal Properties", Materials Research Bulletin, Vol 83,

Кандидат је тренутно у фази израде научног рада из области предложене дисертације на којем ће бити први аутор и који је намењен за публикацију у међународном часопису.

Кандидат је 18.03.2017. пред комисијом у саставу др Пеђа Михаиловић (ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Небојша Ромчевић (научни саветник, Институт за физику, Београд), др Томислав Шекара (ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет) и др Златан Стојковић (редовни професор Универзитет у Београду – Електротехнички факултет) успешно положио испит о подобности теме и кандидата о чему је сачињен и потписан записник.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Тематика до сада публикованих радова као и предмети које је кандидат Џума Салех Иса Абудаџел положио у току докторских студија говоре о кандидатовој заинтересованости за израду докторске дисертације са предложеном тематиком. Кандидат је у досадашњој припреми лабораторијских услова за мерења која се очекују у току израде дисертације узео учешће у свим експериментима и демонстрирао потребан степен самосталности у раду. Приликом израде лабораторијске поставке Мр. Абудаџел израдио је елементе потребне за лабораторијску поставку и дефинисао процедуре мерења. У лабораторији за електрооптику Електротехничког факултета се налазе апаратура и узорци и стечени су остали услови потребни за израду експерименталног дела докторске дисертације. Кандидат је мотивисан, добро припремљен и спреман да спроведе све аспекте истраживања.

2. Предмет и циљ истраживања

Истраживање у области конструкције и својстава оптичких сензора магнетског поља значајна је тема у домену оптоелектронских инструмената. Кључна компонента чија магнето-оптичка својства суштински утичу на перформансе сензора магнетског поља је Фарадејев кристал. Предмет тезе биће реализација експерименталног истраживања ових својстава и анализа добијених резултата из перспективе перформанси сензора магнетског поља.

Стање истраживања у овој области углавном је везано за својства кристала од којих је $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ изузетно интересантан како због доступности тако и због својих својстава [1]. Такође је интересантан и кристал CdMnTe [2] који за разлику од $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ не испољава оптичку активност и поседује значајно већу Вердеову константу, али и мању трансмитивност. Ова два типа кристала захтевају различите поставке за реализацију сензора чије ће конфигурације бити предмет истраживања. Циљ је да се мерне поставке оптимизују за потребе мерења својстава кристала, изврши мерење магнето-оптичких својстава и предложи оптимална мерна конфигурација. На основу резултат формираће се модел утицаја температуре на сензор магнетског поља и предложити конфигурација и метод за елиминацију овог утицаја.

Прелиминарна мерења указују да се употребом светлосних извора на две таласне дужине може извршити компензација утицаја температуре на мерење [3]. Очекује се значајно смањење овог утицаја са реда неколико процената до нивоа испод процента, при чему ће бити могуће реализовати сензор и за мерење интензитета магнетског поља на ниским фреквенцијама. Досадашње технике компензације утицаја температуре захтевале су да се спектар мерне величине буде налази у зони виших фреквенција како би спектри температуре и поља били раздвојени [4,5]. Тиме ће се проширити спектар примене сензора са мерења наизменичних струја на мерење једносмерних магнетских поља и струја што може бити од интереса за индустријску примену.

- [1] V. M. Skorikov, I. S. Zakharov, V. V. Volkov, and E. A. Spirin, "Transmission and Absorption Spectra of Bi₁₂GeO₂₀, Bi₁₂SiO₂₀ and Bi₁₂TiO₂₀ Single Crystals," *Inorganic Materials*, vol. 38, no. 2, pp., 172-178, 2002.
- [2] H. Guerrero, J.L. Escudero, E. Bernabeu, "Magnetic-field sensor using plastic optical fiber and polycrystalline CdMnTe," *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 39, no. 1, pp., 25-28, Sep. 1993.
- [3] O. Slezák, R. Yasuhara, A. Lucianetti, T. Mocek, "Temperature-wavelength dependence of terbium gallium garnet ceramics Verdet constant," *Optical Materials Express*, vol. 6, no. 11, pp., 3683-3691, Nov. 2016.
- [4] S. J. Petricevic and P. M. Mihailovic, "Compensation of Verdet Constant Temperature Dependence by Crystal Core Temperature Measurement," *Sensors*, vol. 16, no. 10, pp., 1627-1633, Sep. 2016.
- [5] P. M. Mihailovic, S. J. Petricevic and J.B. Radunovic, "Compensation for temperature-dependence of the faraday effect by optical activity temperature shift," *IEEE Sens. J.*, vol. 13, no. 2, pp., 832-837, Feb. 2013.

3. Полазне хипотезе

Фарадејев сензор магнетског поља (посредно струје) заснива се на утицају Фарадејевих кристала на стање поларизације оптичког снопа који осветљава кристал који се налази у пољу чији се интензитет мери. У зависности од материјала употребљеног за израду кристала може се испољити утицај кристала на поларизацију без примењеног магнетског поља (оптичка активност) или са присуством поља (Фарадејев ефекат). Ово су независне појаве на које температура утиче различито. Код полариметријских типова реализације Фарадејевог сензора поља оба ефекта испољавају утицај на резултат па се стога и утицај температуре на резултат мора моделовати и уклонити. Овакав поступак захтева експериментално утврђивање карактеристике ових појава ради правилног моделовања утицаја температуре. у истој или сличној постави каква се користи за мерење магнетског поља могу се мерити и основна оптичка својства ових кристала. На овај начин се може извршити комплетна карактеризација различитих типова кристала у смислу њихове подобности за Фарадејев сензор магнетског поља.

Пошто је из литературе познато да температура утиче на магнето-оптичке карактеристике кристала зависно од таласне дужине светлосног извора који се користи, постоји могућност да се применом извора различите таласне дужине одреди карактеристика зависности Вердеове константе од температуре и таласне дужине из које се може израчунати температура у току мерења магнетског поља и компензовати њен утицај. Овакав се ефекат може искористити за компензацију утицаја температуре на мерење магнетског поља које може бити значајно јер у индустријском опсегу рада (0°C-70°C) ефекат температуре може прећи неколико процената. У литератури постоје индикације да се оптичка својства кристала могу мењати експонирањем кристала на ласерско зрачење велике снаге. Свака поправка оптичких квалитета кристала суштински утиче на квалитет мерења јер поправља однос сигнал/шум у процесу оптоелектронске конверзије. Имајући у виду мали ефекат ротације равни поларизације услед присуства поља и начина рада полариметријске методе, поправљање оптичких карактеристика може у великој мери поправити квалитет сензора.

4. Научне методе истраживања

За мерење Вердеове константе и оптичке активности у Фарадејевом сензору магнетског поља користиће се полариметријска метода за коју постоји потребна опрема у лабораторији за електрооптику. Оваква метода једноставнија је за реализацију од интерферометријског типа сензора и биће реализоване различите експерименталне поставке оптимизоване према својствима кристала која се мере. Очекује се примена Δ/Σ полариметријске технике нормализације сигнала која захтева два упарена мерна канала. Предности ове методе су аутоматско потискивање интензитетског шума светлосног извора и могућност мерења угла поларизације линеарно поларизованог таласа. Метода захтева истовремено мерење интензитета два светлосна снопа из анализатора са дефинисаним вредностима појачања.

У лабораторији је доступна и опрема за генерисање познате вредности магнетске индукције и безконтактно мерење температуре Фарадејевих кристала. Дефинисано магнетско поље формира се уз помоћ Хелмхолцових калемова који су независно калибрисани при чему је могуће калемове напајати наизменичном струјом. Овако генерисано наизменично магнетско

поље може се у спектру раздвојити од спектралне карактеристике оптичке активности што омогућава независно и истовремено мерење Вердеове константе и оптичке активности.

Биће развијена техника за безконтактно мерење температуре тела кристала путем инфрацрвеног термометра уз калибрацију термометра и оптимизацију геометрије мерења.

Развиће се аутоматска аквизициони систем за мерења на бази софтверског пакета LabView. У оквиру система биће конструисан наменски електронски склоп за мерење фотоструја на квадрантима фотодиоде који омогућава елиминацију офсета, изједначавање и подешавање појачања по оптичким каналима као предуслов за успешну примену Δ/Σ полариметријске технике. Мерни систем захтева независно мерење струје кроз калемове које ће такође бити интегрисано у систем заједно са инфрацрвеним термометром.

Један од аспеката истраживања биће и анализа утицаја експонирања кристала на зрачење инфрацрвеним ласером велике снаге у циљу поправљања оптичких карактеристика кристала. Очекује се повећање трансмитивности кристала као и промена колорита па ће бити истражен и овај утицај на примену у сензору магнетског поља.

5. Очекивани научни допринос

- Развиће се модела полариметријске методе за мерење Вердеове константе и оптичке активности Фарадејевих кристала
- Формираће се оптималне експерименталне методе за мерење Вердеове константе Фарадејевих кристала
- Биће развијене оптималне експерименталне методе за мерење оптичке активности Фарадејевих кристала
- Извршиће се анализа утицаја експонирања кристала $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ на ласер велике снаге
- Извршиће се компаративна анализа својстава $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ кристала на две таласне дужине у видљивом делу спектра.
- Извршиће се компаративна анализа својстава CdMnTe кристала на две таласне дужине у видљивом и инфрацрвеном спектру

6. План истраживања и структура рада

Истраживање везано за реализацију предложене дисертације одвијаће се у неколико фаза. Прва фаза истраживања биће посвећена анализи постојећих решења за мерење оптичких и магнетних особина кристала кроз анализу доступне литературе. Формираће се концепти експерименталних поставки које су оптимизоване за поједина мерења. На основу анализе формираће се оптимална поставка и направити математичко-физички модел.

У другој фази истраживања извршиће се формирање оптичког дела експерименталне поставке на оптичкој. Одредиће се распоред елемената за контролу и мерење поларизације и извршити поставка светлосних извора ради њиховог геометријског упаривања. Оптички део поставке укључује и инфрацрвени термометар за који ће бити извршено позиционирање видног поља на оптималан и конзистентан начин за све поставке. Након тога следи поставка извора магнетског поља.

Потом ће се приступити реализацији електронског склопа за мерење фотоструја и интеграцији свих компонената у мерни систем. Биће написан софтвер за контролу и аквизицију података и дефинисаће се процедура за накнадну обраду.

Након формирања поставке извршиће се серије мерења оптичких и магнетских особина кристала. Мерења ће се понављати у истој поставци више пута ради провере сирових података. Необрађени подаци биће обрађени и извршена прелиминарна анализа са циљем поређења добијених резултата са јавно доступним изворима и дефинисања евентуалне корекције у поставкама ако се уочи потреба.

Потом следи обрада података ван поставке са циљем израчунавања вредности оптичких и магнетских својстава кристала у функцији температуре. Анализом добијених вредности установиће се могућност компензације утицаја температуре на ове особине као и компензације утицаја температуре на Фарадејев сензор магнетског поља.

7. Закључак и предлог

Имајући у виду избор предмета и просек оцена, тематику до сада публикованих научних резултата и реализовану наменску апаратуру, мишљења смо да кандидат поседује потребно предзнање, мотивацију и радне услове да успешно приступи изради докторске дисертације.

Комисија одобрава писање дисертације на енглеском језику под насловом „Experimental Characterization of Magneto-optical Properties of Faraday Crystal Applied in Magnetic Field Sensor“ и предлаже наслов на српском језику: „Експериментална карактеризација магнето-оптичких особина Фарадејевог кристала намењеног за конструкцију сензора магнетског поља“.

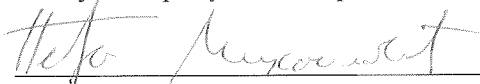
Докторска дисертација припада ужој научној области физичка електроника. За ментора дисертације предлажемо Др Слободана Петричевића, ванредног професора на Електротехничком факултету у Београду, чији се списак радова на одговарајућем формулару Универзитета налази у прилогу.

У Београду
03.05.2017.

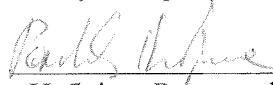
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Слободан Петричевић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



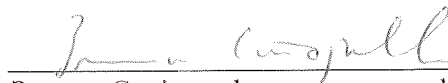
др Пеђа Михаиловић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Небојша Ромчевић, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт за физику



др Томислав Шекара, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Златан Стојковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет