

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Данке Стојановић

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5023/12-3 од 26. априла 2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Данке Стојановић под насловом

„Простирање електромагнетних таласа кроз хиралне метаматеријале у терахерцном фреквентном опсегу”

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

13. новембра 2012. године Данка Стојановић је уписала докторске академске студије, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Наноелектроника и фотоника.

6. октобра 2016. године Данка Стојановић је пријавила тему за израду докторске дисертације.

1. новембра 2016. године Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за оцену услова и прихватања теме докторске дисертације у саставу (одлука број 5023/12-1 од 9. новембра 2016. године):

1. др Јелена Радовановић, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
2. др Петра Беличев, научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча”, Универзитет у Београду
3. др Милан Илић, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
4. др Витомир Милановић, професор емеритус, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду.

За ментора докторске дисертације предложен је др Љупчо Хаџиевски, научни саветник, Институт за нуклеарне науке „Винча”.

14. новембра 2016. године је обављена јавна усмена одбрана теме докторске дисертације под називом „Простирање електромагнетних таласа кроз хиралне метаматеријале у терахерцном фреквентном опсегу” на Електротехничком факултету, пред именованом комисијом.

13. децембра 2016. године Наставно-научно веће Електротехничког факултета је размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације (одлука број 5023/12-2).

30. јануара 2017. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Данке Стојановић под насловом „Простирање електромагнетних таласа кроз хиралне метаматеријале у терахерцном фреквентном опсегу” (одлука број 61206-205/2-17).

04. априла 2018. године докторска дисертација Данке Стојановић је предата на преглед и оцену.

10. априла 2018. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност свих потребних услова и Наставно-научном већу Електротехничког факултета поднела предлог за именовање комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата.

17. априла 2018. године Наставно-научно веће Електротехничког факултета именovalo је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (одлука број 5023/12-3 од 26. априла 2018. године) у саставу:

1. др Љупчо Хаџиевски, научни саветник, Институт за нуклеарне науке „Винча”, Универзитет у Београду
2. др Јелена Радовановић, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
3. др Витомир Милановић, професор емеритус, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
4. др Петра Беличев, научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча”, Универзитет у Београду
5. др Милан Илић, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

1.2. Научна област дисертације

Предмет дисертације је испитивање простирања терахерцних електромагнетних таласа кроз хиралне метаматеријале који су базирани на резонантним елементима различитих геометрија, и изучавање ефеката до којих при томе долази. Докторска дисертација кандидата припада области фотонице за коју је матичан Електротехнички факултет у Београду.

Ментор дисертације др Љупчо Хаџиевски, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча”, активно се бави истраживањима из области фотонице. Поред тога, др Љупчо Хаџиевски је вођа више научних пројеката и има преко 80 радова у међународним часописима са SCI листе, као и преко 40 радова презентованих на различитим међународним конференцијама од чега 22 по позиву. Др Хаџиевски има три комерцијализована међународна патента, а четири патента су у процесу за међународно признање (The Patent Cooperation Treaty).

1.3. Биографски подаци о кандидату

Данка Стојановић је рођена у Београду, 22. октобра 1987. године. Завршила је Пету београдску гимназију 2006. године, а исте године је уписала Електротехнички факултет у Београду на смеру за Наноелектронику, оптоелектронику и ласерску технику. Дипломирала је маја 2011. године са дипломским радом на тему „Синтеза и карактеризација графенских филмова”. Мастер студије је уписала на истом факултету у новембру 2011. године на смеру Наноелектроника и фотоника и завршила их је јуна 2012. године одбраном мастер рада на тему „Анализа Раманових спектра графена”. Докторске студије на Електротехничком факултету, модул Наноелектроника и фотоника, је уписала новембра 2012. године, а од 1. децембра 2012. године је запослена у Институту за нуклеарне науке „Винча”, у Лабораторији за атомску физику.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Данке Стојановић под насловом „Простирање електромагнетних таласа кроз хиралне метаматеријале у терахерцном фреквентном опсегу” написана је на 115 страна куцаног текста, са 64 слике и 204 нумерисане једначине. По форми и структури одговара Упутству за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду од 14. децембра 2011. године. Дисертација садржи насловну страну на српском и енглеском језику, повету, захвалницу, резиме на српском и енглеском језику, садржај, 7 поглавља, списак коришћене литературе који обухвата 190 библиографских референци, списак публикација кандидата, биографију и попуњене изјаве о ауторству, коришћењу и истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације. Наслови поглавља су:

1. Увод
2. Хомогене хиралне средине
3. Нумеричке методе
4. Времена кашњења при простирању таласа кроз хиралне метаматеријале на бази Ω елемената
5. Хирални метаматеријали базирани на резонатору са уврнутим прстеном
6. Закључак
7. Додатак

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље је уводно и у њему су представљени основни појмови везани за метаматеријале и ефекте хиралности. Такође, дат је и кратак преглед досадашњих истраживања из области метаматеријала са акцентом на хиралне метаматеријале. Објашњен је значај терахерцног фреквентног опсега и примене хиралних метаматеријала у овој области фреквенција.

Друго поглавље представља први корак у изучавању особина хиралних метаматеријала насталих при интеракцији са електромагнетним таласом, при чему је метаматеријал третиран као хомогена средина чији су оптички параметри описани ефективним вредностима пермитивности, пермеабилности и хиралности. Приказани су резултати прорачуна коефицијената рефлексије и трансмисије као и амплитуда поља насталих услед интеракције терахерцних таласа и хиралног метаматеријала. За аналитичко извођење коефицијената расејања коришћена је метода трансфер матрица, а у овом делу је детаљно изведена.

Резултати су добијени решавањем Maxwell-ових једначина за дефинисане граничне услове, након чега је примењена метода трансфер матрица.

Тема трећег поглавља јесте опис нумеричке методе коришћене за моделовање интеракције таласа и хиралних метаматеријала у наредним поглављима. Реч је о методи коначних елемената која је имплементирана у програмски пакет COMSOL Multiphysics. Овом методом су израчунате оптичке карактеристике реалних хиралних структура које се састоје од металних резонантних елемената уроњених у диелектрик. Поглавље обухвата и приказ модела метала који је коришћен у нумеричким симулацијама и одговарајућих граничних услова на различитим граничним површинама.

У четвртом поглављу су изложени резултати везани за испитивање хиралних метаматеријала чија се јединична ћелија састоји од четири заротирана Ω елемента. Прорачунати су коефицијенти расејања и расподела електромагнетних поља добијених услед интеракције упадних циркуларно поларизованих таласа са представљеном структуром. Након тога, дати су резултати везани за времена кашњења, тј. време задржавања и групно кашњење, који су добијени упоредно, и нумеричким симулацијама и аналитичким изразима коришћењем ефективних параметара. Време задржавања је одређено на основу израза за густину енергије чије је извођење електродинамичким приступом приказано у овом поглављу. Такође, у целости је описано извођење ефективних параметара Nicholson-Ross-Weir методом. Додатно, у овом поглављу су приказани прорачуни циркуларног дихроизма и оптичке активности, као и испитивање утицаја геометријских параметара структуре на ове величине.

Тема петог поглавља је истраживање простирања терахерцних таласа кроз хиралне метаматеријале који се састоје од резонатора са уврнутим прстеном. У првом делу поглавља приказан је дизајн и објашњене су предности оваквог резонатора, а потом је дато поређење оптичких особина структуре у зависности од правца простирања упадног линеарно поларизованог таласа. Резонанције су испитиване кроз анализу спектра апсорпције и расподеле површинских струја на резонантним елементима, као и применом приступа еквивалентног кола. У наставку су за сваку оријентацију резонатора у односу на упадно електромагнетно поље дати резултати циркуларног дихроизма као и утицај промене геометријских параметара на његову вредност и спектралну позицију максимума. Испитиван је и утицај губитака у металу и диелектрику на циркуларни дихроизам као и могућности за постизање што веће вредности ове величине променом геометријских параметара резонатора. На крају је дата анализа структуре која се састоји од резонатора са отвором и извршено је поређење са резултатима везаним за испитивања затворене структуре. Потенцијалне примене хиралних метаматеријала базираних на резонатору оваквог дизајна су такође дате у овом делу.

Поглавље шест представља закључак ове докторске дисертације. У овом делу су истакнути најзначајнији резултати и представљен је даљи смер истраживања хиралних метаматеријала.

Седмо поглавље представља додатак који је везан за поглавље два, а односи се на извођење одговарајућих израза за таласне векторе приликом простирања таласа кроз хиралне метаматеријале.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Услед развоја нових материјала и технологија којима је омогућена примена терахерцних таласа, последњих година су таласи из овог фреквентног опсега у жижи интересовања. Најзначајније примене терахерцних таласа су у областима комуникација, спектроскопије, снимања и сензорике. Конструкција компоненти неопходних за терахерцне уређаје може бити заснована на метаматеријалима, вештачки направљеним структурама којима је могуће

постићи јаку интеракцију са терахерцним таласима, па су стога они веома атрактивни на пољу актуелних истраживања.

Хирални метаматеријали, подврста метаматеријала карактеристичне геометрије, су од посебног интереса услед другачијег одзива на лево и десно циркуларно поларизоване упадне таласе. Ова особина омогућава бројне примене од којих су најзначајнији енантиомерски сензори и компоненте потребне за манипулацију циркуларно поларизованих таласа као што су циркуларни поларизатори, прекидачи и модулатори. Додатно, за конструкцију компоненти оперативних у терахерцном опсегу, важне величине представљају времена кашњења која су по први испитивана код хиралних метаматеријала у оквиру докторске дисертације.

Кандидаткиња је оригиналан допринос дала у домену испитивања времена кашњења код хиралних метаматеријала како аналитичким, тако и нумеричким методама. С друге стране, оригиналан допринос се огледа у истраживањима метаматеријала састављеног од резонатора са уврнутим прстеном чији дизајн до сада није виђен у литератури. Стога се може закључити да се докторска дисертација кандидата, осим што се бави веома актуелном, бави и иновативном проблематиком.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидат је детаљно истражио релевантну литературу. Докторска дисертација обухвата преглед литературе који се састоји од 190 библиографских референци из реномираних међународних научних часописа, укључујући и радове чији је кандидат аутор.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методе истраживања у оквиру докторске дисертације су теоријске (нумеричке и аналитичке) и састоје се од следећих корака:

- Нумеричке симулације интеракције електромагнетних таласа са хиралним структурама које се састоје од Ω елемента или од резонатора са уврнутим прстеном су спроведене коришћењем методе коначних елемената у фреквентном домену имплементираном у софтверу COMSOL Multiphysics;
- Аналитичка извођења везана за простирање електромагнетних таласа кроз хомогене хиралне структуре су базирана на коришћењу апроксимације ефективне средине и применом методе трансфер матрица;
- Ефективни параметри којима се описују хирални метаматеријали састављени од Ω елемената су израчунати на основу Nicholson-Ross-Weir методе, а у прорачунима су коришћени параметри фитовани на Lorentz-ове формуле;
- На основу аналитичких метода и помоћу програма MATLAB израчуната су два типа времена кашњења. Времена задржавања добијена су на основу електродинамичког приступа, а групна кашњења помоћу апроксимације стационарне фазе.
- За анализу резонанција у спектру апсорпције хиралног метаматеријала који се састоји од резонатора са уврнутим прстеном, коришћен је приступ еквивалентног кола.

3.4. Применљивост остварених резултата

У дисертацији су предложени хирални метаматеријали састављени од различитих резонантних елемената, а геометријски параметри и параметри материјала коришћени у нумеричким симулацијама су бирани тако да структуре буду функционалне у терахерцном фреквентном опсегу.

Аналитички и нумерички резултати везани за времена кашњења налазе примену у даљим испитивањима ових величина код метаматеријала. Такође, добијено негативно групно кашњење код хиралне структуре базиране на Ω елементима има примену код уређаја код којих је потребна компензација позитивног кашњења.

Испитивањем циркуларног дихроизма до кога долази услед простирања таласа кроз хиралне метаматеријале који се састоје од резонатора са уврнутим прстеном је утврђено да се структуре оваквог дизајна могу користити као циркуларни поларизатори и модулатори светлости. Такође, прекидач циркуларног дихроизма је могуће направити применом напона на дату структуру чиме се може мењати растојање између два слоја резонатора и на тај начин “укључивати“ и “искључивати“ појава хиралних ефеката структуре. Предност приказане структуре је подесивост положаја, јачине и броја резонанција услед малих промена геометријских параметара структуре, као и правца упадног поља на структуру.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Током рада на истраживању представљеном у докторској дисертацији, кандидаткиња је показала висок степен самосталности при решавању постављеног проблема из анализе простирања електромагнетних таласа кроз различите хиралне структуре. Као први аутор, до сада је публиковала пет радова у међународним часописима на основу чега је видљиво да је кандидаткиња овладала научно-истраживачком методологијом и показала способност за самосталан научни рад. Такође, током докторских студија, имала је прилику да учествује на већем броју домаћих и међународних конференција, на којима је показала умешност у усменом излагању свог рада и активно учествовала у дискусији са осталим колегама.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У докторској дисертацији се могу издвојити следећи научни доприноси:

- Добијање нових аналитичких израза за времена задржавања за случај када је хирални метаматеријал третиран као хомогена структура: ови изрази су базирани на извођењу густине енергије за случај хиралних структура, чија се сложеност огледа у одређивању израза за снагу губитака;
- Поређењем времена кашњења добијених на основу нумеричких симулација и помоћу аналитичких израза коришћењем апроксимације ефективне средине утврђена је валидност коришћења аналитичких израза за прорачуне густине енергије хиралног метаматеријала који се састоји од Ω елемената;
- Испитивањем утицаја различитих геометријских параметара Ω елемената на ефекте хиралности и групна кашњења, одређени су параметри којима се могу постићи

вредности ових величина које су адекватне за будуће примене у уређајима функционалним у терахерцном опсегу фреквенција;

- Представљена је нова геометрија хиралних елемената – резонатори са уврнутим прстеновима и испитане су основне карактеристике оваквих структура;
- Променим различитих геометријских параметара резонатора са уврнутим прстеном, избором метала и диелектрика од којих је структура направљена, добијене су различите оптичке карактеристике структура и предложене су потенцијалне примене. Такође, испитиване су и различите конфигурације и оријентације резонатора у односу на упадно поље и утврђено је која структура је погодна за које примене, а уједно и коју је најједноставније експериментално реализовати.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Изрази за времена задржавања при простирању таласа кроз хирални метаматеријал базирани су на извођењу густине енергије и важни су за предвиђање вредности ових величина. Показано је да се, у зависности од типа циркуларне поларизације упадних таласа, добијају различите вредности времена кашњења, а овакав резултат је значајан за процену могућности примене структура. Поређењем резултата добијених за времена кашњења код хиралних метаматеријала који се састоје од Ω елемената аналитичком и нумеричком методом, утврђено је да резултати везани за времена задржавања добијени применом Nicholson-Ross-Weig методе и електродинамичког приступа нису валидни. Ова анализа је корисна за развој будућих аналитичких и нумеричких модела за прорачуне времена задржавања при простирању таласа кроз метаматеријале. Такође, при испитивању утицаја различитих параметара Ω елемената на ефекте хиралности и групна кашњења, одређени су параметри којима се могу постићи вредности ових величина које су адекватне за будуће примене у уређајима функционалним у терахерцном опсегу фреквенција.

Допринос дизајна нове геометрије хиралних елемената тј. резонатора са уврнутим прстеном отвара нове теме за испитивање и примене хиралних метаматеријала. Са приказаном структуром се могу постићи веће вредности циркуларног дихроизма од оних које се могу добити сличним геометријама. Штавише, у овом случају се јавља већи број резонанција чији број може варирати у зависности од правца упадног поља на структуру и прилагодити потребама примене. Резултати указују на то да се променом различитих геометријских параметара резонатора и избором метала и диелектрика од којих се структура састоји добијају различите оптичке карактеристике структура. Додатно, малим променама параметара структуре, позиција резонантних фреквенција се може померати чиме је омогућена реализација подесивих уређаја. Испитивањем различитих конфигурација и оријентације резонатора у односу на упадно поље утврђено је каква структура је погодна за одређене примене, а уједно и коју је најједноставније реализовати у пракси.

4.3. Верификација научних доприноса

Током свог досадашњег истраживачког рада, Данка Стојановић је била аутор на 11, а коаутор на 3 публикације. Од тога је била аутор на 5 публикација од међународног значаја (2 публикације у часописима M21 категорије, 2 публикације M22 категорије и 1 публикација M23 категорије) и на 1 публикацији у домаћем часопису од националног значаја. Оба рада у врхунским међународним часописима (референце 1 и 2) и рад у међународном часопису (референца 5) представљају део основних резултата истраживања изложених у докторској дисертацији. Поред тога, кандидаткиња је излагала своје резултате кроз постер презентације

на четири међународна скупа и кроз три усмене презентације: једне на међународном скупу, а две на домаћим скуповима. Доприноси са конференција на којима је учествовала су публиковани у 5 саопштења са међународних скупова штампаних у изводу и 3 саопштења са скупова од националног значаја штампаних у изводу.

Категорија M21:

1. **D. B. Stojanović**, J. Radovanović, V. Milanović, *Time delay in a terahertz chiral metamaterial slab*, Phys. Rev. A, vol. 94, no. 2, pp. 023848-1-023848-7, 2016 (IF=2.925) (DOI: 10.1103/PhysRevA.00.003800, ISSN: 2469-9926).
2. **D. B. Stojanović**, P. P. Beličev, G. Gligorić, Lj. Hadžievski, *Terahertz chiral metamaterial based on twisted closed ring resonators*, J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 51, no. 4, pp. 045106-1-045106-7, 2018 (IF=2.588) (DOI: 10.1088/1361-6463/aaa06d, ISSN: 1361-6463).

Категорија M22:

3. **D. Stojanović**, N. Woehrl, V. Buck, *Synthesis and characterization of graphene films by Hot Filament CVD*, Phys. Scr., vol. 2012, no. T149, pp. 014068-1-014068-3, 2012, (IF=1.28) (DOI: 10.1088/0031-8949/2012/T149/014068, ISSN: 0031-8949).
4. **D. Stojanović**, A. Matković, S. Aškračić, U. Ralević, A. Beltaos, Đ. Jovanović, D. Bajuk-Bogdanović, I. Holclajtner-Antunović, R. Gajić, *Raman spectroscopy of graphene: doping and mapping*, Phys. Scr., vol. 2013, no. T157, pp. 014010-1-014010-4, 2013, (IF=1.28) (DOI: 10.1088/0031-8949/2013/T157/014010, ISSN: 0031-8949).

Категорија M23:

5. **D. B. Stojanović**, J. Radovanović, V. Milanović, *Influence of geometry of terahertz chiral metamaterial on transmission group delays*, Opt. Quant. Electron., vol. 48, no. 4, pp. 272-1-272-6, 2016, (IF=1.055) (DOI: 10.1007/s11082-016-0533-y, ISSN: 0306-8919).

Категорија M51:

6. **D. Stojanović**, J. Radovanović, V. Milanović, Z. Rakočević, *Ellipsometric data analysis and calculation of ellipsometric parameters of complex materials*, Tehnika, vol. 69, no. 2, pp. 185-189 (2014) (DOI: 10.5937/tehnika1402185S; ISSN: 0040-2176).

Категорија M34:

7. **D. B. Stojanović**, P. P. Beličev, G. Gligorić, Lj. Hadžievski, *Electromagnetic wave propagation through chiral metamaterials composed of twisted closed ring resonators*, VI International School and Conference on Photonics, Book of abstracts, Belgrade, Serbia, 2017, pp. 190, (ISBN: 978-86-82441-46-5).
8. **D. B. Stojanović**, P. P. Beličev, G. Gligorić, J. Radovanović, V. Milanović, Lj. Hadžievski, *Influence of a resonance on delay times in terahertz chiral metamaterial slab*, VI International School and Conference on Photonics, Book of abstracts, Belgrade, Serbia, 2017, pp. 188, (ISBN: 978-86-82441-46-5).
9. **D. B. Stojanović**, A. Chiappini, G. Korićanac, M. Nenadović, M. Ferrari, Z. Rakočević, *Assessment of structural and optical properties of self-assembled photonic structures*, V

International School and Conference on Photonics, Book of abstracts, Belgrade, Serbia, 2015, pp. 189, (ISBN: 978-86-7306-131-3).

10. **D. B. Stojanović**, J. Radovanović, V. Milanović, *Influence of the chirality magnitude on the reflection and transmission group delays in terahertz chiral metamaterials*, V International School and Conference on Photonics, Book of abstracts, Belgrade, Serbia, 2015, pp. 210, (ISBN: 978-86-7306-131-3).
11. G. Bratina, M. Chikkara, E. Pavlica, A. Matković, A. Beltaos, Đ. Jovanović, **D. Stojanović**, R. Gajić, *Initial stages of growth of pentacene on graphene*, Bulletin of the American Physical Society, APS March Meeting 2013, vol. 58, no. 1, Baltimore, Maryland, 2013.

Категорија M64:

12. **D. B. Stojanović**, P. P. Beličev, G. Gligorić, J. Radovanović, V. Milanović, Lj. Hadžievski, *Electromagnetic wave propagation through terahertz chiral metamaterials*, 10th Photonics Workshop, Book of abstracts, Kopaonik, Serbia, 2017, pp. 9, (ISBN: 978-86-82441-45-8).
13. Đ. Jovanović, A. Matković, A. Beltaos, **D. Stojanović**, R. Gajić, *Ramanova spektroskopija temperaturno indukovanog naprezanja u jednoslojnom grafenu prekrivenog poli(metil metakrilatom)*, Šesta radionica Fotonike, Zbornik apstrakata, Kopaonik, Srbija, 2013, pp. 33, (ISBN: 978-86-82441-35-9).
14. M. Milićević, A. Matković, **D. Stojanović**, A. Beltaos, G. Isić, R. Gajić, *Infracrvena spektroskopija jednoslojnog i višeslojnog grafena*, Šesta radionica Fotonike, Zbornik apstrakata, Kopaonik, Srbija, 2013, pp. 24, (ISBN: 978-86-82441-35-9).

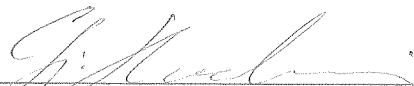
5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидаткиње Данке Стојановић представља савремен и оригиналан научни допринос у области фотонике и пружа корисне резултате за будућа истраживања метаматеријала. Дисертација представља испитивања два типа хиралних метаматеријала. Прва испитивана структура се састоји од Ω елемената и ово истраживање је првенствено значајно због анализе времена кашњења. Друга структура се састоји од компактних резонатора са уврнутим прстеном, а при овом истраживању су показани и анализирани ефекти хиралности до којих долази услед интеракције терахерцних електромагнетних таласа и оваквих метаматеријала. Наведени доприноси имају директан утицај на дизајн, моделовање и фабрикацију хиралних метаматеријала. Коначно, ово истраживање је значајно због потенцијалних примена хиралних структура у реализацији компонената неопходних за рад терахерцних уређаја, првенствено за модулаторе терахерцних таласа и за циркуларне поларизаторе.

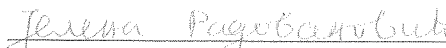
Оцењујући докторску дисертацију и имајући у виду да је анализирана проблематика актуелна и савремена са аспекта научног и стручног доприноса, али је и верификована објављивањем чланака у врхунским међународним часописима, Комисија констатује да је кандидаткиња Данка Стојановић испунила све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Стога, са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под називом „Простирање електромагнетних таласа кроз хиралне метаматеријале у терахерцном фреквентном опсегу” кандидаткиње Данке Стојановић прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд,
03. мај 2018. године

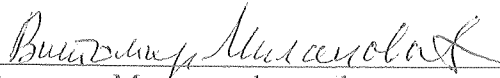
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



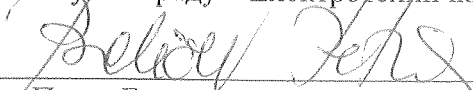
др Љупко Хацијевски, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт за нуклеарне науке „Винча”



др Јелена Радовановић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Витомир Милановић, професор емеритус
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Петра Беличев, научни сарадник
Универзитет у Београду – Институт за нуклеарне науке „Винча”



др Милан Илић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет