

Универзитет у Београду  
Електротехнички факултет

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Немање М. Лучића**

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5054/11-3 од 01. 06. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Немање М. Лучића** под насловом

**„Пропагација светлости у детерминистичким аперидичним низовима таласовода”**

**"Light propagation in deterministic aperiodic waveguide arrays"**

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

Немања М. Лучић је 30. децембра 2011. године уписао докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул за Наноелектронику и фотонику, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Испите на докторским студијама је положио са просечном оценом 9,80.

Кандидат је 29.10.2015. године пријавио тему за израду докторске дисертације под радним насловом „Пропагација светлости у детерминистичким аперидичним низовима таласовода”.

03.11.2015. године, Комисија за студије III степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на својој седници бр. 793 одржаној 10.11.2015. године (бр. одлуке: 5054/11-1 од 17.11.2015. године) именовало Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације у саставу:

- др Слободан Петричевић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Дејан Тимотијевић, виши научни сарадник, Универзитет у Београду – Институт за физику и
- др Бранко Колунџија, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За менторе су предложени:

- др Дејан Гвоздић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет и
- др Јасна Црњански, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације обављена је 18.12. 2015. године на Електротехничком факултету, пред комисијом у одсуству ментора. Комисија је закључила да је кандидат на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену „задовољно”.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета усвојило је извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације на седници одржаној 23.02.2016. године (бр. одлуке 5054/11-2).

На седници одржаној 14.03.2016. године, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Немање М. Лучића, под насловом „Пропагација светлости у детерминистичким апериодичним низовима таласовода” (бр. одлуке 61206-1166/2-16).

Кандидат је 05.05.2016. године предао на преглед и оцену докторску дисертацију под насловом “Light propagation in deterministic aperiodic waveguide arrays” (“Пропагација светлости у детерминистичким апериодичним низовима таласовода”).

Комисија за студије III степена потврдила је 10.05.2016. године испуњеност свих потребних услова и Наставно-научном већу Електротехничког факултета поднела предлог за именовање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације. На својој седници бр. 799 од 24.05.2016. године, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (бр. одлуке 5054/11-3 од 01.06.2016. године), у саставу:

- др Дејан Гвоздић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет и
- др Јасна Црњански, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Дејан Тимотијевић, научни саветник, Универзитет у Београду – Институт за физику

- др Зоран Јакшић, научни саветник, Универзитет у Београду – Институт за хемију, технологију и металургију
- др Слободан Петричевић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

## 1.2 Научна област дисертације

Докторска дисертација припада области Физичке електронике за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. Именовани ментори дисертације, др Дејан Гвоздић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, и др Јасна Црњански, доцент Електротехничког факултета Универзитета у Београду, активно се баве истраживањем из наведене научне области. Др Дејан Гвоздић има укупно 49 публикованих радова у часописима са SCI листе, док др Јасна Црњански има укупно 22 публикована рада у часописима са SCI листе.

## 1.3 Биографски подаци о кандидату

Немања М. Лучић је рођен 16.02.1983. године у Прибоју, где је завршио основну школу. 2002. године завршава Шесту београдску гимназију.

Електротехнички факултет у Београду уписује 2002. године. Дипломира 2008. године на одсеку за Физичку електронику, смеру за Наноелектронику, оптоелектронику и ласерску технику, са просечном оценом 8,97. Дипломски рад под насловом „Оптимизација Покелсове ћелије израђене од  $\text{V}_{12}\text{GeO}_{20}$ ” одбранио је са оценом 10.

Дипломске академске – мастер студије на модулу Наноелектроника, оптоелектроника и ласерска техника на Електротехничком факултету уписао је 2008. године, а завршио 28.09.2010. године, одбраном завршног мастер рада под насловом „Систем за аутоматско тестирање и калибрацију тачкасте главе сензора магнетског поља”.

Докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Наноелектроника и фотоника, уписао је 30.12.2011. године. На докторским студијама положио је све испите предвиђене планом докторских студија, са просечном оценом 9,80.

Од 2011. године запослен је у Институту за физику у Београду, у Центру за фотонику. Научно веће Института за физику је 16.03.2013. донело одлуку о избору Немање М. Лучића у звање истраживач сарадник.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1 Садржај дисертације

Дисертација под насловом “Light propagation in deterministic aperiodic waveguide arrays” (“Пропагација светлости у детерминистичким апериодичним низовима таласовода”) написана је на 73 стране куцаног текста на енглеском језику, са 44 слике, једном табелом и 49 нумерисаних једначина. По форми и структури одговара Упутству

за обликовање докторске дисертације и Упутству за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду од 14.12.2011. године. Садржи насловну страну на енглеском и српском језику, страну са подацима о ментору и члановима комисије, захвалнице, апстракт на енглеском (2 стране) и српском језику (2 стране), садржај (2 стране), седам глава, један прилог, страну са кратком биографијом кандидата, две стране са списком публикација кандидата и списак коришћене литературе који обухвата 150 библиографских референци (13 страна). Поглавља дисертације су насловљена као:

1. Introduction (13 страна)
  2. General properties of deterministic aperiodic structures (11 страна)
  3. Diffraction in waveguide arrays (8 страна)
  4. Numerical tools for treatment of light propagation in waveguide arrays (6 страна)
  5. Experimental methods for photonic structures generation and characterization (13 страна)
  6. Results and discussion (15 страна)
  7. Conclusions and outlook (2 стране)
- Appendix A – Difference equations of implicit FD-BPM based on Crank-Nicolson algorithm (5 страна)

## 2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном делу првог поглавља приказана је историјска еволуција појма периодичности у физици – од кристалне структуре материје у физици чврстог стања до појма фотонског кристала у оптици. Потом је разматрана улога неуређености у физичким системима, као и концепт локализације таласа у истим, са нагласком на локализацији електромагнетских таласа. Следи формулација идеје детерминистичког аperiodичног уређења и увођење појма квазикристала. Приказани су релевантни резултати, како фундаменталних тако и примењених истраживања оптичких квазикристала. Три наведена типа уређења су нарочито разматрана у контексту низова оптички спрегнутих таласовода. Посебна пажња је посвећена тзв. трансверзалној локализацији светлости. На крају, дефинисан је појам светлосних зрака који не подлежу дифракцији и наведене су основне карактеристике Ејри зрака.

У другом поглављу су наведени начини дефинисања детерминистичких аperiodичних структура, са нагласком на методу супституције. Наведен је начин генерисања Фибоначијевог низа. Након кратког осврта на појмове кристалне решетке и инверзне кристалне решетке (спектра решетке), наведена је Лебежеова теорема декомпозиције која врши поделу физичких система на основу математичке мере њиховог спектра. Приказани су спектри неколико детерминистичких аperiodичних структура. У наставку је разматрана тематика простирања таласа у структурама са различитим типом уређења без апсорпције. По навођењу појмова Блохових стања, Брилуенових зона и енергетског процепа, основних обележја периодичних структура, дискутована су локализована стања, карактеристична за неуређене структуре. Коначно, дефинисани су

појмови критичних стања и псеудопроцепа, карактеристичних за детерминистичке апериодичне структуре.

У трећем поглављу су приказане основне карактеристике простирања светлости у низовима спрегнутих таласовода (фотонским решеткама). Објашњени су појмови нормалне и аномалне дифракције и преламања у периодичним решеткама. У наставку су разматране неуређене решетки. Дефинисани су појмови дијагоналне и вандијагоналне неуређености. Уведена је ефективна ширина, параметар који представља меру дифракције (трансверзалне локализације) светлости у низовима таласовода, како једнодимензионалним, тако и дводимензионалним.

Четврто поглавље се бави нумеричком методом коришћеним за анализу простирања светлости кроз фотонске решетки, што је у овом случају Метод пропагације зрака коначним разликама (енг. *Finite Difference – Beam Propagation Method*). Пошавши од Хелмхолцове једначине и апроксимације споро-променљивог поља у правцу простирања таласа, изведена је параксијална (Френелова) једначина, која представља математичку основу метода. Приказан је начин дискретизације простора у којем се једначина рачуна. Дефинисан је тзв. Куран-Фридрихс-Леви критеријум стабилности који је неопходно задовољити у процесу дискретизације простора. У даљем тексту разматран је проблем граничних услова домена у којем се рачуна поље. Посебно су разматрани апсорпциони гранични услови и транспарентни гранични услови.

У петом поглављу су наведене методе за генерацију и карактеризацију фотонских решетки. Најпре је представљено објашњење фоторефрактивног ефекта, који је основа за генерацију структура проучаваних у овој тези. Наведене су једначине основног модела који описује генерисање локалне промене индекса преламања медијума под утицајем светлосног зрака. Даље, приказане су основне особине литијум-ниобата и стронцијум-баријум-ниобата, материјала коришћених за израду жељених структура. У наставку је описана техника директног ласерског уписивања, коришћена за генерисање једнодимензионалних решетки у литијум-ниобату, као и детаљна експериментална поставка за побуду и карактеризацију Фибоначи решетки. Поред тога, приказан је детаљан опис поставке за генерисање једнодимензионалног Ејри зрака, као и побуду регуларне решетки. На крају, приказан је детаљан опис експерименталне поставке, како самог поступка генерисања дводимензионалне Фибоначи решетки техником некохерентне суперпозиције Беселових зрака, тако и њене побуде и карактеризације.

У шестом поглављу су сумирани резултати експеримента и симулација спроведених у оквиру истраживања. Најпре су приказани резултати испитивања једнодимензионалне Фибоначи решетки са модулисаним растојањем међу суседним таласоводима. Затим су приказани резултати испитивања дводимензионе Фибоначи решетки са модулисаним растојањем међу суседним таласоводима. Потом су приказане карактеристике простирања светлости кроз једнодимензионалну Фибоначи решетку са модулисаним контрастом индекса преламања. У овом случају су вршене само симулације. На крају су приказани резултати простирања Ејри зрака кроз регуларну решетку са и без дефекта.

У последњем, седмом, поглављу изложени су закључци дисертације, као и предлози за будућа истраживања.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Један од основних начина за контролу тока светлости у савременим оптичким уређајима је употреба фотонских кристала, оптички транспарентних материјала са периодичном расподелом индекса преламања. Фотонски кристали су основа рада оптичких филтера високе резолуције, огледала, оптичких резонатора високе финесе, структура неопходних за рад савремених оптичких комуникационих компоненти. Осим тога, значајну улогу играју у системима за пренос слике, као и мерној техници. Насупрот периодичним, неуређене фотонске структуре, оптички транспарентни материјали са случајном расподелом индекса преламања, доводе до локализације таласа. Ова особина неуређених структура је омогућила превазилажење неких специфичних практичних проблема, као што је фокусирање светлости испод дифракционог лимита или побољшан квалитет преноса слике. Између ова два, на неки начин гранична типа структура, налазе се тзв. детерминистичке апериодичне структуре, код којих је просторна расподела индекса преламања добро дефинисана, али не поседују транслациону симетрију. Разноврсност детерминистичких апериодичних структура нуди нове могућности у контроли дифракције светлости, чиме пружа велику флексибилност у дизајну оптичког одзива уређаја. Други, на изванредан начин комплементаран приступ у контроли пропагације светлости је употреба зрака који иницијално не подлежу дифракцији.

Предмет проучавања ове дисертације су управо детерминистички апериодични нивои спрегнутих таласовода (фотонске решетке), као и једнодимензионални Ејри зрак који не подлеже дифракцији. Разматране су решетке чији геометријски или материјални параметри прате Фибоначијеву секвенцу. У том смислу, дисертација се бави трансверзалним транспортним својствима Фибоначи решетке. Конкретно, разматрано је да ли, и у којој мери, Фибоначи решетка потискује дифракцију, као и да ли може да доведе до трансверзалне локализације. С друге стране, разматран је утицај регуларне решетке на једнодимензионални Ејри зрак који иницијално не подлеже дифракцији. У прилог савремености спроведеног истраживања говори велики број радова објављених током последње деценије у часописима највишег ранга на тему апериодичних и квазипериодичних оптичких структура, као и зрака који не подлежу дифракцији, како у погледу њихових фундаменталних карактеристика, тако и у погледу практичних примена.

Оригиналност теме дисертације се огледа у чињеници веома мало радова објављено на тему трансверзалне локализације у детерминистичким апериодичним структурама. У дисертацији је први пут разматран трансверзални транспорт у Фибоначи решетки, у смислу утицаја модулисаних величина, као и дубине модулације на ниво потискивања дифракције. Даље, у дисертацији је први пут разматран утицај неуређености на пропагацију таласа у Фибоначи структури. Поред тога, у дисертацији је први пут разматрана пропагација Ејри зрака у фотонској решетки, за разлику од до сада објављених радова који се доминантно баве проблемима генерације Ејри зрака, њихове пропагације у хомогеној средини, као и практичним применама

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе коју је кандидат навео у дисертацији показује да је кандидат детаљно анализирао постојећу литературу и коректно навео референце на радове који су у вези са темом дисертације. Наведено је 150 библиографских референци. Литература садржи велики број недавно објављених радова из високо-реномираних часописа који су уско везани за разматрани проблем, што сведочи о актуелности и значају истраживања. Поред радова других аутора, у листи референци налази се три ауторска и коауторска рада самог кандидата.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Научне методе примењене у истраживању представљеном у тези су експерименталног и нумеричког карактера.

За генерисање једнодимензионих фотонских решетки коришћена је техника директног ласерског уписивања (оптичке индукције) у фоторефрактивни кристал. Примењен је диодни ласер таласне дужине 473 nm, због добре апсорпције у кристалу (литијум ниобат допиран гвожђем). Кристал димензија  $(10 \times 3 \times 0,5)$  mm<sup>3</sup> је положен својом највећом површином на програмабилни двоосни позиционер високе просторне резолуције. Индукујући зрак пада под правим углом на површину кристала, при чему му је фокус приближно на средини висине кристала. Померањем кристала константном брзином у правцу његове најдуже ивице индукована је промена индекса преламања, која је униформна у правцу померања кристала. Брисање генерисане структуре је вршено одгревањем узорка на температури од 230 °C у трајању од 45 минута.

За побуду једнодимензионе Фибоначи фотонске решетке коришћен је сноп из хелијум-неонског ласера (на таласној дужини 633 nm) због мале апсорпције у литијум-ниобату. Непосредно након емитовања, зрак је проширен и филтриран просторним Фуријеовим филтром, чиме је добијен жељени гаусовски облик побудног зрака. Овакав зрак је микроскопским објективом фокусиран на предњу страну фотонске решетке. Одабир појединачног таласовода који је побуђиван је вршен трансверзалном транслацијом кристала позиционером микрометарске резолуције. Интензитетска расподела зрака на задњој страни кристала је снимана системом који се састоји од микроскопског објектива и камере високе резолуције.

За побуду једнодимензионе регуларне решетке Ејри зраком коришћен је сноп из ласера таласне дужине 532 nm. Разлог је оптималан одзив трансмисионог просторног модулятора светла на овој таласној дужини. Непосредно након емитовања, зрак је проширен, обликован просторним Фуријеовим филтром и поларизатором доведен у стање линеарне поларизације правца неопходног за оптималан одзив просторног модулятора светла. Овако припремљени зрак побуђује модуlator на који је постављена фазна расподела неопходна за генерисање Ејри зрака. Након модулятора, зрак доспева на Фуријеово сочиво, у чијој се фокалној равни формира низ дифракционих редова од којих је сваки Ејри зрак. Просторним Фуријеовим филтром је један од редова издвојен, па системом од два микроскопска објектива доведен на кристал. Једном камером је снимана задња страна кристала, док је другом камером, постављеном изнад кристала,

снимана расејана светлост дуж кристала. Због веома ниског интензитета расејане светлости, снимци су прављени са експозицијом од 3 минута.

За генерисање дводимензионалне Фибоначи фотонске решетке коришћена је техника оптичке индукције у фоторефрактивном кристалу некохерентном суперпозицијом Беселових зрака. Медијум је стронцијум-баријум-ниобат допиран церијумом, који поседује добра фоторефрактивна својства и малу апсорпцију. На кристал је постављен пар бакарних електрода које генеришу електрично поље дуж оптичке осе кристала, неопходно за индукцију таласовода. За побуду је коришћен сноп из ласера таласне дужине 532 nm. После неопходне припреме (проширивања и просторног филтрирања), зрак осветљава рефлексиони просторни модулатор светла на који је постављена фазна расподела потребна за генерисање Беселовог зрака. Светло рефлектовано од модулятора пролази кроз Фуријеово сочиво у чијој се фокалној равни формира низ дифракционих редова, од којих је сваки Беселов зрак. У наведену раван је постављен рефлексиони просторни модулатор светла у амплитудском режиму, који има функцију просторног Фуријеовог филтра. Модулатор рефлектује само један од генерисаних Беселових зрака, који се системом сочива уводи у кристал. Пре увођења у кристал, зрак пролази и кроз систем за дефинисање поларизације (два поларизатора и полуталасна плочица). Фибоначи решетка је индукована тако што се на претходно дефинисаним трансверзалним позицијама сукцесивно генеришу идентични Беселови зраци поларизације нормалне на правац оптичке осе кристала, при чему је на електроде доведен напон који у кристалу ствара константно електрично поље од 1 kV/cm. Осветљавање једним зраком траје 0,5 секунди, а цео процес се обавља у 10 циклуса. На крају процеса је на свакој позицији индукована трансверзална промена индекса преламања пропорционална профили интензитета Беселовог зрака, која представља један таласовод. Структура се побуђује гаусовским снопом одговарајуће величине и поларизације паралелне оптичкој осе кристала. Сноп се генерише постављањем одговарајућих расподела на фазни и амплитудски модулатор. При процесу побуде, напон на електродама је 0 V. Расподела интензитета светлости на задњем крају кристала је снимана камером високе резолуције. По завршеном снимању, генерисана решетка се брише излагањем кристала светлу великог интензитета, генерисаном белом LED лампом постављеном изнад кристала.

Поред експерименталних метода, у истраживању су коришћене и нумеричке методе. За симулацију простирања побудног зрака коришћен је метод пропагације зрака коначним разликама, који се заснива на нумеричком решавању скаларне параксијалне једначине. Овај метод је погодан јер, с једне стране, пропагирајући зраци задовољавају услов параксијалности, док, с друге, за имплементацију овог метода потребно је знати само расподелу индекса преламања у структури и расподелу интензитета поља у почетној позицији. Примењен је имплицитни метод коначних разлика заснован на Кранк-Николсоновом алгоритму, који обезбеђује нумеричку стабилност. На границама домена у којем се рачуна расподела поља су примењени апсорпциони гранични услови.



### 3.4. Применљивост остварених резултата

Иако се дисертација бавила фундаменталним питањима дифракције светлости у Фибоначи решеткама, резултати произашли из спроведеног истраживања кандидују ове структуре као решење неких специфичних практичних проблема. Наиме, недавна истраживања су показала да оптичка влакна без омотача, са случајном бинарном расподелом индекса преламања у трансверзалној равни, омогућавају значајно боље фокусирање у односу на стандардна влакна. Поред тога показано је да системи за пренос слике базирани на овим влакнима дају боље резултате од комерцијалних система базираних на вишејезгарним влакнима са периодичним распоредом. Како је у тези показано да се у Фибоначи решетки могу постићи локализована стања слична онима у неуређеним решеткама, то се може очекивати да влакна дизајнирана по узору на Фибоначи решетку могу да дају исте резултате као и влакна са случајном расподелом индекса преламања. Предност Фибоначи структуре у односу на случајну би била њена детерминистичка природа, тј. потенцијално боља поновљивост параметара комерцијалних уређаја базираних на оваквим структурама.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током рада на дисертацији приказао све способности неопходне за самосталан рад. Врло зрело је предвидео и препознао актуелност и значај изабране теме, а о систематичности и пажњи у избору сведочи и приложени списак релевантне литературе. Циљеви истраживања су јасно дефинисани, имплементирани експерименталне и нумеричке методе, детаљно су представљене и образложене у дисертацији. Анализа и дискусија резултата, као и закључци проистекли из рада, јасно су написани, уз сагледавање предности и недостатака, и указивање на могућности за евентуална унапређења. Све наведено потврђује да је кандидат способан да убудуће самостално или у тиму обавља научноистраживачки рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру дисертације су остварени следећи научни доприноси:

- Показано је да како једнодимензионална, тако и дводимензионална Фибоначи решетка са модулисаним међусобним растојањем значајно потискује дифракцију у поређењу са регуларном решетком.
- Демонстрирано је да једнодимензионална Фибоначи решетка са модулисаним контрастом индекса преламања такође потискује дифракцију.
- За релативно мале вредности модулације, дифракција је потиснута, али не долази до локализације. За довољно високе нивое модулације дифракција бива потпуно потиснута, тј. долази до трансверзалне локализације.

- Овако постигнута локализација је приближно истог нивоа као и локализација у неуређеној решетки са истим нивоом модулације.
- Показано је да мали ниво неуређености у једнодимензионој Фибоначи решетки са модулисаним контрастом индекса преламања делимично инхибира потискивање дифракције.
- Показано је да регуларна решетка редукује трансверзалну акцелерацију Ејри зрака.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем циљева истраживања, постављених хипотеза и остварених резултата, Комисија са задовољством може да констатује да је кандидат успешно одговорио на сва битна питања и дилеме које суштински произилазе из проблематике којом се дисертација бави. Кључна открића до којих се дошло у овој дисертацији, а која дефинишу напредак у односу на већ постојећа сазнања, су следећа:

- Експериментално је утврђено да Фибоначи решетка, без обзира на модулисани параметар (растојање међу суседним таласоводима или контраст индекса преламања), значајно потискује дифракцију.
- Упркос чињеници да сваки побудни сноп пропагира у јединственим условима (јединствен распоред таласовода), показано је да сви побуђени модови у Фибоначи решетки са малим контрастом индекса преламања, иако међусобно различити, имају значајно мању ефективну ширину у поређењу са ефективном ширином у регуларној решетки.
- Додатним нумеричким анализама демонстрирано је да са повећањем дубине модулације расте ниво локализације, и да се за довољно висок ниво модулације у Фибоначи решетки могу побудити само локализовани модови. Побуђени модови су приближно исте ефективне ширине као модови у неуређеној решетки исте дубине модулације.
- Анализа пропагације Ејри зрака кроз регуларну решетку је показала да исти у великој мери задржава своја својства потискивања дифракције, и да се променом контраста индекса преламања може делимично утицати на његов правац пропагације.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси дисертације верификовани су у следећим радовима:

##### Категорија M21:

[1] N. M. Lučić, B. M. Bokić, D. Ž. Grujić, D. V. Pantelić, B. M. Jelenković, A. Piper, D. M. Jović, and D. V. Timotijević, "Defect-guided Airy beams in optically induced waveguide arrays", Phys. Rev. A 88, 063815, 2013 (IF=2,991) (ISSN 2469-9926)

#### Категорија M22:

[2] N. M. Lučić, D. M. Jović Savić, A. Piper, D. Ž. Grujić, J. M. Vasiljević, D. V. Pantelić, B. M. Jelenković, and D. V. Timotijević, "Light propagation in quasiperiodic Fibonacci waveguide arrays", J. Opt. Soc. Am. B 32, 1510, 2015 (IF = 1,97) (ISSN 0740-3224)

#### Категорија M33:

[3] F. Diebel, M. Boguslawski, N. M. Lučić, D. M. Jović Savić, and C. Denz, "Design and fabrication of two-dimensional deterministic aperiodic photonic lattices by optical induction", Proceedings of SPIE 9374, Advanced Fabrication Technologies for Micro/Nano Optics and Photonics VIII, 93740T, San Francisco, CA, 7th – 12th February, 2015 (doi:10.1117/12.2080113)

[4] N. M. Lučić, B. M. Bokić, D. Ž. Grujić, D. V. Pantelić, B. M. Jelenković, A. Piper, D. M. Jović, and D. V. Timotijević, "Guiding of Airy Beams with Optically Induced Waveguide Arrays in the Nonlinear Crystal", Proceedings of ICTON 2014, 16th International Conference on Transparent Optical Networks, Graz, Austria, 6th – 10th July, 2014

#### Категорија M34:

[5] J. Vasiljević, N. Lučić, D. Timotijević, A. Piper, D. Grujić, D. Pantelić, B. Jelenković, D. Jović Savić, "Light propagation in deterministic aperiodic Fibonacci waveguide arrays", PHOTONICA 2015, the Fifth international school and conference on photonics, 24th-28th August, 2015, Belgrade, Serbia (ISBN 978-86-7306-131-3)

[6] N. M. Lučić, B. M. Bokić, D. Ž. Grujić, D. V. Pantelić, B. M. Jelenković, A. Piper, D. M. Jović, and D. V. Timotijević, "Airy beam propagation along one dimensional optically induced photonic lattice with defect", 7th Mediterranean Conference on Nano-Photonics MediNano – 7, 3<sup>rd</sup> March, 2015, Tel/Aviv, Israel

[7] N. Lučić, B. Bokić, D. Grujić, D. Pantelić, B. Jelenković, D. Vasiljević, D. Timotijević, A. Piper and D. Jović "Defect controlled Airy beam acceleration in optically induced waveguide arrays", PHOTONICA 2013, IV international School and Conference on Photonics, 26th-30th August, 2015, Belgrade, Serbia (ISBN 978-86-82441-36-6)

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу предложеног, Комисија констатује да докторска дисертација Немање М. Лучића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом “**Light propagation in deterministic aperiodic waveguide arrays**” („Пропагација светлости у детерминистичким апериодичним низовима таласовода”), испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

Докторска дисертација кандидата Немање М. Лучића се бави трансверзалним транспортним особинама детерминистичке апериодичне Фибоначи фотонске решетке,

како једнодимензионалне, тако и дводимензионалне, као и утицајем регуларне решетке на простирање Ејри зрака који не подлеже дифракцији. У дисертацији је показано да се Фибоначи решетка може користити за контролу дифракције, као и да се регуларном решетком може контролисати параболична путања Ејри зрака. Резултате проистекле из истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације кандидат је објавио у врхунским и истакнутим међународним часописима и презентовао стручној јавности на међународним конференцијама. На основу увида у докторску дисертацију и радове кандидата, Комисија констатује да дисертација представља оригиналан и савремен научни допринос а да је кандидат током израде дисертације показао несумњиву способност за самосталан научно-истраживачки рад.

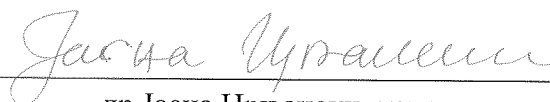
Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом **“Light propagation in deterministic aperiodic waveguide arrays”** („Пронагација светлости у детерминистичким апериодичним низовима таласовода“) кандидата Немање М. Лучића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд, 21.06.2016. године

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



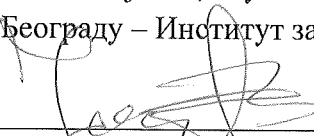
др Дејан Гвоздић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Јасна Црњански, доцент  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Дејан Тимотијевић, научни саветник  
Универзитет у Београду – Институт за физику Београд



др Зоран Јакшић, научни саветник  
Универзитет у Београду – Институт за хемију,  
технологију и металургију



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