

# Универзитет у Београду

Електротехнички факултет

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Марије Ђурчић

Одлуком бр. 1290-52 од 12.9.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марије Ђурчић под насловом

**Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*)**

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

**14.10.2016. године** Марија Ђурчић је уписала докторске студије Електротехнике и рачунарства, модул Наноелектроника и фотоника, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. На докторским студијама је положила све испите са просечном оценом 9,70.

**5.9.2019. године** Марија Ђурчић је пријавила тему за израду докторске дисертације под радним називом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*).

**10.9.2019. године** Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације упутила Наставно-научном већу Електротехничког факултета на усвајање.

**17.9.2019. године** на седници бр. 843, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме Докторске дисертације (Одлука бр. 5014/16-1 од 30.9.2019.) у саставу:

- др Јасна Црњански, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду,

- др Душан Арсеновић, научни саветник, Институт за физику у Београду, и
- др Иван Поповић, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду.

За ментора је предложен др Бранислав Јеленковић, научни саветник, дописни члан САНУ.

**10.10.2019. године** обављена је јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, пред Комисијом у саставу:

- др Јасна Црњански, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду,
- др Душан Арсеновић, научни саветник, Институт за физику у Београду, и
- др Иван Поповић, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду.

На одбрани су били присутни сви чланови Комисије. Комисија је закључила да је кандидаткиња добила оцену „задовољила“.

**12.11.2019. године** на седници бр. 845, Наставно-научно веће Електротехничког факултета усвојило је извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5014/2016-2 од 12.11.2019.)

**28.11.2019. године** Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност за предлог теме докторске дисертације Марије Ђурчић под насловом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*) (Одлука бр. 61206-4661/2-19 од 28.11.2019.).

**31.8.2023. године** Марија Ђурчић је предала на преглед и оцену докторску дисертацију под насловом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*).

**5.9.2023. године** Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

**12.9.2023. године** на седници бр. 889, Наставно-научно веће Електротехничког факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (Одлука бр. 1290-52 од 12.9.2023.) у саставу:

- др Јасна Црњански, ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду,
- др Иван Поповић, редовни професор, Електротехнички факултет у Београду, и
- др Душан Арсеновић, научни саветник, Институт за физику у Београду.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*) кандидата Марије Ђурчић припада научној области Електротехника и рачунарство, ужа научна област Физичка електроника, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. За ментора докторске дисертације је одређен др Бранислав Јеленковић, научни саветник, дописни члан САНУ и професор на Докторским студијама на Електротехничком факултету,

на основу научних и стручних доприноса из уже научне области којој припада ова докторска дисертација.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Марија Ђурчић је рођена 12.08.1991. године у Краљеву. Изабрана је за ђака генерације након завршене основне школе. Уписала је Математичку гимназију у Краљеву, коју је завршила као носилац Вукове дипломе. У основној и средњој школи учествовала је на републичким такмичењима из математике и физике. Електротехнички факултет је уписала 2010. године. Дипломирала је на одсеку за Физичку електронику, смер Наноелектроника, оптоелектроника и ласерска техника, 2015. године са укупном просечном оценом 8.89, и оценом 10 на завршном раду на тему "Косимулација између Matlab-а и OptiSystem-а на примеру рефлексионих полупроводничких оптичких појачавача". Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за Наноелектронику и фотонику уписала је у октобру 2015. године. Положила је све испите са просечном оценом 10 и одбранила мастер рад, одрађен у Лабораторији за атомску и квантну физику Центра за фотонику Института за физику, на тему "Нелинеарна спектроскопија у пари калијума" са оценом 10.

У октобру 2016. године започиње докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Наноелектроника и фотоника. Од новембра 2016. је запослена као истраживач приправник у Центру за фотонику Института за физику у Београду, а од 2020. у звању истраживач сарадник.

Тренутно је ангажована на више међународних пројеката из области оптичке магнетометрије и квантне биофотонике - FRAPOPМ - Free alignment precession optically pumped magnetometer (2021-2024), BioQantSense - Horizon 2021 (2022-2025), COST Action CA21106 - COSMIC WISPerS in the Dark Universe: Theory, astrophysics and experiments, GNOME - The Global Network of Optical Magnetometers for Exotic physics. У периоду од 2017. до 2020. је у више наврата била гостујући истраживач на Петом институту за физику у Штутгарту. Током септембра 2017. учествовала у организацији изложбе „Наука кроз забаву“ представљене у Галерији науке и технике САНУ. Од 23. до 28. јула 2018. је, као стипендиста, похађала курс Nanoscale Quantum Optics у оквиру интернационалне школе физике Enrico Fermi у Варени. Коаутор је на три рада категорије M21, једном категорије M22, и 32 саопштења са међународних конференција.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*) написана је на енглеском језику и има укупно 118 страна. Делови дисертације су:

- насловне стране на енглеском језику (1 страна) и српском језику (1 страна),
- страна са информацијама о ментору и члановима комисије,
- страна са посветом,
- страна са изјавом захвалности,
- страна са подацима о докторској дисертацији на енглеском језику (1 страна) и српском језику (1 страна),
- садржај (2 стране),
- текст рада по поглављима:

1. Introduction (5 страна)
  2. Light-alkali atoms interaction (16 страна)
  3. Four-Wave Mixing as a phase-Insensitive Amplifier – experiment and semi-classical description (31 страна)
  4. Quantum states of light (9 страна)
  5. Theoretical study of relative intensity squeezing by FWM in K (23 стране)
  6. Experimental demonstration of the intensity difference squeezing by FWM in K (11)
  7. Conclusion (1)
- списак литературе (8 страна)
  - биографија аутора (1 страна)
  - изјава о ауторству (1 страна)
  - изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада (1 страна), и
  - изјава о коришћењу (2 стране).

Дисертација садржи 61 слику, 1 табелу и 305 једначина. Списак литературе садржи 144 библиографских јединица наведених по редоследу цитирања у тексту дисертације.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу** је изложена мотивација за студију ефекта четвороструко мешања таласа, као и релативно амплитудски стиснуте светлости. Истакнута је релевантност теме дисертације када су у питању актуелни правци истраживања из области квантне оптике и примене описаних резултата у оквирима тренутног технолошког развоја. Поред тога, дати су опис и преглед до сада обрађених тема из ове области, а посебно у контексту алкалних атома. На крају поглавља су наведени конкретни задаци који су реализовану у оквиру израде ове тезе.

У **другом поглављу** је представљен опис основних особина и карактеристика активне средине, атома калијума, коришћене у овој студији. Након тога је дат теоријски опис интеракције ласерске светлости са атомским медијумом, моделованим двонивовском и тронивовском шемом. Уведен је и описан метод густине матрица који је коришћен за извођење система оптичких Блохових једначина, за опис поменуте интеракције. Овај теоријски преглед и приступ су коришћени за развој модела у наредном поглављу.

**Треће поглавље** обухвата студију класичних особина нелинеарног ефекта четвороструко мешања таласа (ЧМТ) у пари калијума. Тема је обрађена теоријски, као и експерименталном методом. На почетку поглавља је уведен појам нелинеарних ефеката, и дат њихов кратак опис. На даље је фокус на конкретном ефекту, четвороструком мешању таласа. Представљен је аналитички теоријски модел, раније коришћен у студији овог ефекта. Затим је описано и представљено извођење Максвел-Блохових једначина за двоструку ламбда шему, на којој је реализован ЧМТ у калијуму. Описана је експериментална поставка на којој су вршена мерења. На крају је представљена компарабилна анализа појачања снопова пробе и конјугованог снопа у функцији разних параметара система – једно- и дво-фотонског фреквенцијског помераја, угла између пробе и пумпе, концентрације атом калијума, снаге пробе. Уз то је изведена теоријска анализа утицаја Доплеровог ефекта на добијене резултате.

У **четвртном поглављу** је дат квантни опис светлости и некласичних стања светлости, такозваних стиснутих стања. Дато је појашњење како услед стискања светлости долази до смањења нивоа шума. Поред тога, описано је дво-модно стискање светлости, и изведена веза између стискања и појачања, која је релевантна за даљу студију.

**Пето поглавље** покрива теоријску студију релативно интензитетски стиснуте светлости преко четвороструког мешања таласа. Представљени су различити модели за опис

овог ефекта. Феноменолошки аналитички модели, раније коришћени и представљени у литератури, су описани и појашњени. Такође су истакнути њихови недостаци. Даље, развијен је квантни модел за атомске паре, базиран на Хајзенберг-Ланжевиновим једначинама. Уз помоћ овог модела, изведена је анализа очекиваних појачања и стискања светлости у функцији параметара система - Рабијеве фреквенце пумпе, једно- и дво-фотонског фреквенцијског помераја, густине атома.

У **шестом поглављу** је представљена експериментална студија релативно интензитетски стиснуте светлости. Описана је експериментална поставка која је коришћена за овај део студије. Наведена су и карактерисана ограничења експерименталне поставке. Затим су представљени измерени резултати, и дата дискусија мерених појачања и нивоа стискања светлости у функцији од једно- и дво-фотонског фреквенцијског помераја, као и температуре гаса у ћелији.

Закључак дисертације је дат у **седмом поглављу**, где су истакнути главни резултати и закључци.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Истраживања са квантно корелисаним и квантно увезаним фотонима су веома актуелна, резултати тих истраживања спадају међу најважнија научна остварења у последњих петнаестак година у области физике и оптике. У то се можемо уверити погледом на садржаје радова у најважнијим часописима, увидом у истраживања добитника Нобелове награде у том периоду. Квантне особине увезаних фотона доприносе веома важним применама које нису могуће у оквиру класичне физике, па је стога генерисање парова квантно корелисаних фотона и њихово испитивање предмет интензивних истраживања у најпознатијим лабораторијама у свету. Преко фотона са овим особинама квантна механика добија важну улогу у развоју нових научних и технолошких области, као што су квантна информатика, квантно рачунарство, квантни имиџинг.

У раду су по први пут приказани експериментални резултати нивоа стиснуте светлости у пари калијуму користећи се посебном интеракционом шемом за четвороструко мешање таласа. Такође, модел квантних оператора је модификован и унапређен тако да је дао добро слагање са експериментом, што је било од значаја да би се разумеле измерене зависности степена стиснуте светлости од параметара четвороструког мешања светлости.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је цитирано 144 библиографских референци, које су наведене по редоследу цитирања у тексту дисертације. Цитиране референце датирају из читавог периода од времена објављивања првих радова из области квантне и нелинеарне оптике, па све до референци које су објављене у претходних неколико година. На тај начин је у дисертацији дат детаљан преглед релевантне литературе, а истакнуте су и значајне појединости које одређене референце доносе. Референце новијег датума указују на актуелност теме обрађене у дисертацији. У склопу цитиране литературе су и коауторски радови кандидата на којима се базирају и неки од резултата представљених у тези.

#### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Примењена експериментална шема, и за класични и квантни део истраживања, омогућава конверзију фотона пумпног ласера у новонастале фотоне пробног и конјугованог

снопа преко интеракционе шеме са атомима калијума, двоструке  $\Lambda$  шеме. Експериментална поставка је омогућила да се ефикасност конверзије фотона, односно параметријског појачања пробе и конјугованог снопа, као и мерење јачине интеракције које омогућавају стиснута стања, одређују у односу на све релевантне параметре четвороструког мешања таласа - упадног угла пумпе у односу на упадну пробу, једнофотонске подешеност фреквенције пумпе, двофотонске подешености разлике фреквенција пумпе и пробе у односу на атомске прелазе између основног стања понуђених хиперфиних стања калијума. Важан параметар овог нелинеарног процеса је густина атома, што је у експерименту решено оригиналним начином грејања хелија са калијумом помоћу претходно загрејаног ваздуха. И најзад, неопходна снага пумпе и фина подесивост њене фреквенције, остварена је посебним системом за генерисање таласа узаног и подесивог спектралног опсега.

Адекватност методе и расположивих опсега параметара четвороструког мешања таласа потврђена је резултатима, како у класичним делу за појачања новонасталих фотона, тако и у квантном делу где је добијен највиши ниво релативно стиснуте светлости у калијуму, поредив са резултатима са другим алкалним парама.

Раније развијени модели су модификовани и адаптирани студираним систему, ради поређења са експериментима и бољег разумевања утицаја појединих параметара на остварене класичне и квантне особине четвороструког мешања таласа. Тако је у оквиру класичне студије примењен нумерички теоријски модел базиран на Максвел-Блоховим једначинама, а добијени прорачуни зависности појачања у функцији параметара система поређени са одговарајућим измереним вредностима. Ради детаљнијег упознавања са ефектом четвороструког мешања таласа у пари калијума са квантног становишта, и могућности оцене нивоа стискања светлости, развијен је квантни модел базиран на Хајзенберг-Ланжевиновим једначинама за атомске паре. Адекватна надоградња модела, у поређењу са већ постојећим за хладне атоме, показала се успешном и дала добре резултате када је теоријски испитиван одговор система на промене вредности различитих параметара, што је и потврдило поређење са експерименталним резултатима.

Примењена методологија у потпуности одговара теми која је обрађена у овој дисертацији, као и стандардима научно-истраживачког рада.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Применљивост резултата ових и сличних истраживања је велика, парови увезаних фотона омогућавају, једноставније и јефтиније од других квантних честица, различите примене квантне механике. Примене се састоје у отварању нових научних области, пример је квантна биологија, у новим технологијама као што су квантна криптографија и телепортација. Велики допринос ових особина фотона је у значајном побољшању могућности неких мерних система преко повећане осетљивости мерења (нижи шум и већи однос сигнала и шума).

Примена остварених резултата је у току у Лабораторији у којој је кандидат ангажован, ради се о двофотонској микроскопији оствареној овде истовременом апсорпцијом два фотона која припадају пару увезаних фотона пробе и конјугованог фотона. Идеја се надовезује на експериментално показану предност, на знатно већој вероватноћи за двофотонску апсорпцију оваквих парова фотона у биолошким узорцима у односу са двофотонску апсорпцију фотона у фемтосекундом импулсу ултрабрзих ласера, на којима се базирају нелинеарни микроскопи.

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

На основу научних резултата кандидата, броју радова и саопштења на међународним конференцијама, учешћу на неколико билатералних пројеката са немачким научним институцијама, као и учешћу на европском Horizon Europe пројекту који је у току, мишљења смо да је кандидат осамостаљен за научни рад. То мишљење деле и колеге сарадници кандидаткиње који су је предложили за руководиоца недавно предложеног пројекта Фонда за науку, Доказ концепта.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У дисертацији су остварени следећи научни доприноси:

- Представљена је прва детаљна компарабилна - експериментална и теоријска, анализа ефекта четвороструког мешања таласа у пари калијума, тј. генерисаних појачања снопова близанаца, у функцији од разних параметара система.
- Кандидат је успешно демонстрирао прво мерење квантних корелација у пари калијума на јако фреквенцијски помереној двострукој ламбда шеми, услед четвороструког мешања таласа. Показано је да високи нивои стискања светлости могу бити генерисани на овај начин, што чини калијум конкурентним елементом у поређењу са другим алкалним атомима. Ово је од посебног значаја када се узме у обзир чињеница да су поставке са калијумом финансијски приступачније у поређењу са онима са рубидијумом и цезијумом.
- Овом студијом је добијена јаснија слика о томе како различити параметри система утичу како на појачање, тако и на ниво стискања светлости.
- Развијен је модел за атомске паре који успешно описује понашање описаног система, уз могућност предвиђања како појачања снопова близанаца, тако и нивоа релативно интензитетски стиснуте светлости у функцији параметара система. До сада није било таквог модела у публикованој литератури.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати приказани у дисертацији и наведени у тачки 4.1 су до сада најобимнија испитивања особина класичних и квантних величина четвороструког мешања таласа генерисаног у пари калијума. Сви релевантни параметри четвороструког мешања таласа су испитивани у опсезима у којима су могли да се остваре класични (појачање пробе и конјугованог снопа) и квантни феномени (релативно амплитудно стиснута светлост). Експериментална провера развијених, као и постојећих, модела за четвороструко мешање таласа у тако широким опсезима релевантних параметара показала нам је услове када се и једноставнији модели могу поуздано користити. С друге стране, развојем и применом квантног Хајзенберг-Ланжевиновог модела за вруће паре атома, установљено је које додатне елементе би модел требало да садржи да би симулирао експерименталне резултате довољно добро. Поређења теоријских модела и експерименталних резултата за широки опсег параметара омогућила су да се са већом поузданошћу одређују вредности оних параметара који нису задати експериментом, а веома си важни за остварене вредности појачања и степена стиснуте светлости. Ова мерења и нови модели омогућили су детаљно упознавање са понашањем описаног система, његовим могућностима, као и ограничењима.

### 4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M21:

1. **M. M. Ćurčić**, T. Khalifa, B. Zlatković, I. S. Radojičić, A. J. Krmpot, D. Arsenović, B. M. Jelenković, M. Gharavipour, Four-wave mixing in potassium vapor with an off-resonant double-Lambda system, *Phys Rev A* 97,063851 (2018) (**IF=2.971**) (ISSN 2469-9934 (online), 2469-9926 (print)).

#### Kategorija M22:

1. **M. M. Ćurčić**, B. M. Jelenković, Enhanced intensity difference squeezing with a low gain off-resonant Four-Wave Mixing in potassium vapor, *Opt. Commun.* 533, 129301 (2023) (**IF=2.335**) (ISSN 0030-4018).

#### Kategorija M31:

1. **M. Ćurčić**, B. Jelenković, Squeezed states of light generated by four wave mixing in potassium vapor, 21<sup>st</sup> International Conference on Transparent Optical Networks, ICTON'2019, Angers, France, July 9-13, 2019.
2. **M. Ćurčić**, B. Jelenković, Intensity squeezed states of light from FWM in hot alkali vapors review of results and applications, EOS Annual meeting, Rome, Italy, 13-17 September 2021.
3. **M. Ćurčić**, D. Arsenović and B. Jelenković, "Entangled Pairs of Photons for Squeezed Light: Generation and Application," *2023 23rd International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON)*, Bucharest, Romania, 2023, pp. 1-3, doi: 10.1109/ICTON59386.2023.10207467.

#### Kategorija M32:

1. **M. Ćurčić**, B. Zlatković, I. Radojičić, Ž. Nikitović, A. Krmpot, D. Arsenović, B. Jelenković, Slowing light pulses due to four-wave-mixing in Potassium vapor – theory and experiment, Hot Atomic Workshop, European Workshop on the Science and Technology of Hot atomic Vapors, Stuttgart, Germany, 23-25. May, 2018.

#### Kategorija M34:

1. **M. Ćurčić**, B. Zlatković, I. Radojičić, D. Arsenović, A. Krmpot, B. Jelenković, Four wave mixing in hot potassium vapor with large photon amplification, 10<sup>th</sup> Photonics Workshop, pp. 21-21, isbn: 978-86-82441-45-8, Kopaonik, 26.2-2.3. 2017.
2. D. Arsenović, **M. M. Ćurčić**, B. Zlatković, A. J. Krmpot, I. S. Radojičić, B. M. Jelenković, Four wave mixing in potassium vapor with off-resonant double lambda system, PHOTONICA 2017, Institute of Physics, Belgrade, pp. 62-62, isbn: 978-86-82441-46-5, Belgrade, Serbia, 27-31. Aug, 2017.
3. **M. M. Ćurčić**, B. M. Jelenković, Amplitude squeezing by four wave mixing in hot potassium vapor, PHOTONICA 2019, Belgrade, pp. 85-85, isbn: 978-86-7306-153-5, Belgrade, Serbia, 26-30. Aug, 2019.
4. **M. Ćurčić**, B. Jelenković, Generation of quantum correlated beams by Four Wave Mixing in Potassium vapor, 14th Photonics Workshop, Kopaonik, 14. Mar - 17. Apr, 2021.
5. **M. M. Ćurčić**, B. M. Jelenković, Intensity squeezed states of light by four wave mixing in potassium vapor, PHOTONICA 2021, Belgrade, pp. 58-58, isbn: 978-86-82441-53-3, Belgrade, Serbia, 23-27. Aug, 2021.
6. **M. M. Ćurčić**, B. M. Jelenković, Experimental and theoretical study of two-mode squeezing by FWM in potassium vapour and its applications, 2022. 15th Photonics Workshop, Kopaonik, 13. Mar - 16. Mar, 2022.
7. **M. M. Ćurčić**, B. M. Jelenković, Squeezed light in alkali vapour – generation and application, 16th Photonics Workshop, pp. 46-46, isbn: 978-86-82441-59-5, Kopaonik, 12. Mar - 15. Mar, 2023.

8. M. M. Ćurčić, D. Arsenović, B. M. Jelenković, Correlated photon pairs by Four Wave Mixing in alkali vapour for imaging applications, PHOTONICA 2023, Belgrade, pp. 44-44, isbn: 978-86-7306-168-8, Belgrade, Serbia, 28 Aug-1. Sep, 2023.

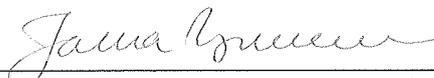
## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*) кандидата Марије Ђурчић представља оригиналан научни допринос ужој научној области Физичка електроника за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан. Дисертација садржи све елементе наведене у образложењу приликом пријаве теме и испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

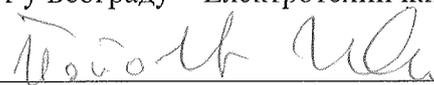
Докторска дисертација је написана на енглеском језику. Излагање је јасно и систематично, са добром организацијом структуре и садржаја. Резултати изложени у оквиру дисертације имају и теоријски и експериментални значај. Публиковани радови потврдили су испуњеност најзначајнијих циљева дисертације, као и актуелност теме. Оствареним резултатима су отворене нове могућности за примену добијених резултата у пракси. Кандидат Марија Ђурчић је овим истраживањем показала научну зрелост и креативност, који потврђују спремност за самостални научно-истраживачки рад.

На основу свега наведеног комисија констатује да су испуњени сви формални и суштински услови предвиђени Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Комисија има задовољство да предложи Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Примена квантних и нелинеарних феномена у пари калијума за контролу особина ласерског зрачења“ (*Application of quantum and nonlinear phenomenon in hot potassium vapor for controlling properties of laser radiation*) кандидата Марије Ђурчић прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Јасна Црњански, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Иван Поповић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Душан Арсеновић, научни саветник  
Универзитет у Београду – Институт за физику

