

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Јоване П. Бабић

Одлуком бр. 1575-35 од 10.09.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јоване П. Бабић под насловом

„Модулациони одзив ласера заснованог на спрези рефлексивног оптичког појачавача и оптичког влакна“

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Кандидаткиња је уписала докторске студије у октобру 2016. године.
- 26.09.2023. године кандидаткиња је пријавила тему за израду докторске дисертације.
- 03.10.2023. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену научне заснованости теме и упутила Наставно – научном већу на усвајање.
- 07.11.2023. године Наставно-научно веће именовало је Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.
- 05.12.2023. године Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.
- 22.01.2024. године Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације. Решење број 61206-181/2-24 од 22.01.2024. год.
- 29.08.2024. године кандидаткиња је предала докторску дисертацију на оцену.
- 03.09.2024. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за оцену докторске дисертације.
- 10.09.2024. године Наставно-научно веће Факултета именовало је Комисију за оцену докторске дисертације.

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду, члана 74. Статута Универзитета у Београду-Електротехничког факултета и захтева студенткиње, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада широј научној области Електротехника и рачунарство и ужој научној области Физичка електроника (Наноелектроника и фотоника) за коју је матичан Електротехнички факултет. За ментора докторске дисертације одређена је др Јасна Црњански, ванредни професор Електротехничког Факултета у Београду, на основу научних и стручних доприноса везаних за ужу научну област дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јована П. Бабић је рођена 20.01.1992. године у Београду. Електротехнички факултет уписала је 2011. године. Дипломирала је на одсеку за Физичку електронику 2015. године са просечном оценом 9,13. Дипломски рад, под називом „Утицај неортогоналности таласних функција на матрични елемент прелаза у полупроводничким квантним јамама“ одбранила је у септембру 2015. године са оценом 10. Дипломске академске–мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу наноелектроника и фотоника, уписала је у октобру 2015. године. Положила је све испите са просечном оценом 10. Мастер рад, под називом „Одређивање односа дифузионе константе и покретљивости у квантном каскадном ласеру“ одбранила је у септембру 2016. године са оценом 10. Докторске студије уписала је на Електротехничком факултету при истом модулу у октобру 2016. Предмет истраживања магистарског степена Јоване Бабић је посебна класа ласера који користе рефлексионни полупроводнички оптички појачавач (RSOA) као активни медијум и дистрибуционо оптичко влакно као резонаторску шупљину.

У периоду од јула 2018. до априла 2020. године, Јована је радила као истраживач приправник на Електротехничком факултету у Београду, на пројекту “Фотонске компоненте и системи”, под покровитељством Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Од 2020. године запослена је у компанији VELSERА (претходно Seven Bridges) на позицији биоинформатичар.

Била је председник и један од оснивача удружења „Студентски део Оптичког друштва на Универзитету у Београду“ које се бави промоцијом оптике и фотонике, а који је студентски огранак Оптичког друштва Америке (OSA).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на српском језику. Укупан број страна дисертације почевши од увода, укључујући библиографију, референце, индекс скраћеница и биографију је 95. Дисертација је организована у четири поглавља са 39 слика, 7 табела и листом од 107 референци.

Дисертација садржи поглавља:

- 1) Увод
- 2) Модел фибер ласера са рефлексионим оптичким појачавачем
- 3) Резултати и дискусија
- 4) Закључак

Поред основних поглавља, дисертација садржи насловну страну на српском и енглеском језику, страницу са подацима о ментору и члановима Комисије и сажетак са кључним речима и подацима о научној области на српском и енглеском језику, као и списак литературе, списак скраћеница, биографију аутора и обавезне изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада, Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу дат је преглед актуелних телекомуникационих технологија и указано је на значај безбојних предајника за унапређење капацитета приступних мрежа. Приказана је архитектура и класификација телекомуникационих мрежа, са фокусом на развој оптичких мрежа кроз стандардизоване генерације, основне елементе пасивних оптичких мрежа, и технологије мултиплексирања. Дат је преглед предајника погодних за примену у безбојним оптичким мрежним јединицама на корисничкој страни приступне мреже и анализиран је утицај паразитних ефеката самог полупроводничког чипа и његовог опремања у кућиште на модуларне перформансе рефлексионог полупроводничког оптичког појачавача (RSOA) као основног блока предложене оптичке мрежне јединице.

Друго поглавље даје опис теоријских модела који су коришћени за анализу перформанси предложеног ласерског система. Посебно су анализирани пасивна секција, коју чине оптичко влакно и оптички филтар пропусник опсега, и активна секција. Описани су структура и принцип рада RSOA и представљене оптичке особине за појачаваче који користе два различита типа активних области: масивни полупроводник и квантно-конфинирану структуру засновану на вишеструким квантним јамама. Представљени су резултати стационарне и динамичке анализе на основу модела брзинских једначина. Стационарна анализа обухвата модел самосталног оптичког појачавача и модел комплетног ласерског система, док динамичка анализа активне компоненте ласера укључује режим рада малих и великих сигнала. У оквиру овог поглавља описан је и утицај ефеката паразитике који укључују полупроводнички чип и његово паковање у функционално кућиште, а који су анализирани помоћу еквивалентног електричног паразитног кола.

У трећем поглављу дати су резултати нумеричких симулација модуларних перформанси рефлексионог оптичког појачавача као самосталне направе и у склопу ласерског система. Детаљно је анализиран модуларни одзив и пропусни опсег фибер ласера при модуларној малим сигналима. Резултати су приказани за директно модуларни ласерски систем, који користи масивни полупроводник као активну област оптичког појачавача, без разматрања утицаја ефеката паразитике. Даље, описан је самостални режим рада појачавача и изложена је анализа модуларног одзива и пропусног опсега у режиму малих сигнала за структуру са вишеструким квантним јамама, узимајући у обзир утицај паразитних ефеката. Испитана је могућност примене технике индуктивног пика у сврху побољшања модуларних перформанси RSOA. У наставку овог поглавља дат је увид у утицај паразитних ефеката оптимизованих увођењем индуктивног пика на модуларне карактеристике самосталног појачавача у режиму модуларној великим сигналима. Коначно, испитан је утицај паразитних ефеката и могућност оптимизације одзива RSOA применом технике индуктивног пика на комплетан ласерски систем који укључује дистрибуционо влакно.

Последње, четврто поглавље истиче кључне закључке дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Једна од кључних технологија у свету широкопојасних телекомуникационих система су пасивне оптичке мреже (PON). Током година ова технологија се трансформисала обезбеђујући бржи и поузданији интернет за домаћинства, пословање, а од скора и за 5Г сервисе. У претходних пар година стандардизоване су нове генерације PON технологија, 50G-EPON и 50GPON, које обезбеђују значајно веће битске протоке, са унапређеном флексибилношћу и скалабилношћу, засноване на комбинацији техника мултиплексирања по таласним дужинама и у временском домену. Даља унапређења интеграције са 5Г мрежама и рачунарством на ивици (енг. *edge computing*) захтевају коришћење енергетски ефикасних компонената реализованих на принципима циркуларне економије.

Кључна компонента будућих PON мрежа које користе технику мултиплексирања по таласним дужинама је енергетски ефикасан безбојни предајник. Једно од интересантних решења заснива се на реализацији предајника који се састоји од рефлексионог или стандардног полупроводничког оптичког појачавача спрегнутог са дистрибуционим оптичким влакном. Оваква конфигурација при довољно великом оптичком појачању појачавача ради као ласер чију резонаторску шупљину чини дистрибуционо оптичко влакно, док сам појачавач има улогу активне области ласера. Модулационе перформансе оваквих ласера разликују се од карактеристика изолованог појачавача. У случају релативно слабе рефлексије на крајевима, ласер може остварити повратну спрегу кроз Рејлијево расејање, које због случајног карактера дате ласерске системе сврстава у категорију „случајних ласера“.

Предмет ове дисертације је истраживање модулационе карактеристике ласера заснованог на спрези рефлексионог појачавача и оптичког влакна у случају када се повратна спrega остварује доминантно кроз рефлексију на крајевима структуре, са циљем да се утврде могући механизми превазилажења лимитирајућих фактора модулационог одзива. У том смислу, дисертација се бави једним од фундаменталних изазова данашњих PON технологија: како да се уз релативно ниско-енергетске и технолошки лимитиране ресурсе у погледу компоненти система, остваре што је могуће боље модулационе перформансе система. У оквиру овог разматрања и анализе од кључне важности је испитивање утицаја сваке од компоненти система и изналажење метода да се додатном оптимизацијом појединачних компонената подигне пропусни опсег и проток у оквиру PON-а.

Оригиналност теме докторске дисертације јасно се уочава кроз неколико кључних резултата. Значајан оригинални резултат односи се на унапређење модулационог одзива RSOA у режиму за мале сигнале кроз модификацију паразитних ефеката паковања појачавача тако да се уведе додатна индуктивност у еквивалентном паразитном колу појачавача. Такође, показано је да се применом исте методе генерално унапређује рад и у режиму великих сигнала, тј. увећава VtB Q-фактор и смањује грешка генерисања погрешних битова, чак и при значајно већим битским протоцима. Коначно, дисертација је показала да ограничења проистекла из некомпензоване хроматске дисперзије у великој мери деструктивно утичу на модулационе карактеристике разматраног ласерског система и да је од кључне важности да се, поред унапређења рада рефлексионог појачавача оствари или компензација дисперзије или да се радна таласна дужина прилагоди таласним дужинама за које оптичка влакна испољавају релативно малу дисперзију.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији је цитирано 107 библиографских референци наведених по редоследу појављивања у тексту дисертације. Библиографија показује да је кандидаткиња детаљно анализирала постојећу литературу и коректно навела референце за радове који су у вези са темом дисертације. Цитиране референце већином припадају области оптичких

комуникација, са нагласком на оптоелектронске компоненте које се могу користити као предајници оптичких сигнала, тј. на полупроводничке оптичке појачаваче и полупроводничке ласере. Број референци новијег датума потврђује интерес научне и стручне јавности и значај спроведеног истраживања. Поред радова других аутора, у листи референци налази се и 4 коауторска рада кандидаткиње.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У току истраживања које је резултовало овом дисертацијом примењене су следеће научне методе теоријског карактера:

1. Детаљан математичко-физички модел одзива рефлексивног полупроводничког оптичког појачавача ослања се на формализам брзинских једначина по концентрацији носилаца у активној области појачавача и хетероструктурној области намењеној за конфинирање светлости (SCH), као и брзинских једначина са путујућим таласом за пропацију фотона у оба смера простирања светлости.
2. Формулисани систем једначина је допуњен трансфер функцијом оптичког влакна, добијеном из инверзне Фуријеове трансформације импулсног одзива влакна, што омогућава разматрање утицаја слабљења и дисперзије на пропацију сигнала кроз влакно, односно резонатор ласера.
3. Решавање система једначина које описују модулативни одзив рефлексивног појачавача и ласера ослања се на метод линеаризације, који омогућава раздвојено разматрање стационарног нелинеарног дела и линеаризованог система једначина за мале сигнале. Стационарно стање које зависи од режима рада рефлексивног појачавача, одређено је самосагласном итеративном методом у случају самосталног рада појачавача, односно методом решавања трансцендентних једначина полазећи од услова прага појачања за симулацију ласерског система (RSOA-FCL). Самосагласни поступак обухвата решавање једначина путујућег таласа по фотонима применом метода коначних разлика и решавања трансцендентне једначине по концентрацији носилаца увезаних у итеративни самосагласни поступак. Линеаризовани део који одређује модулативни одзив постављен је као проблем граничних вредности за систем од две нелинеарне спрегнуте једначине првог реда по концентрацији фотона.
4. Утицај паразитног кола моделован је у софтверу LTspice који је искоришћен за симулацију кола и симболичко одређивање функције преноса.
5. У режиму великих сигнала, просторно-временски спрегнуте брзинске једначине путујућег таласа и обичне нелинеарне диференцијалне једначине по носиоцима у активној и хетероструктурној оптичкој области, решене су методом коначних разлика.
6. У процедури одређивања вероватноће грешке, при модулативним великим сигнаlima, коришћен је непараметарски KDE (Kernel Density Estimator) приступ заснован на линеарним дифузионим процесима са Гаусовским кернелом.

3.4. Применљивост остварених резултата

Разумевање фундаменталних ограничења модулативних перформанси рефлексивних полупроводничких оптичких појачавача и на њима заснованих ласера са оптичким влакном као резонантном шупљином, представља основу за примену ових уређаја у савременим приступним мрежама и реализацију различитих сервиса. Резултати ове дисертације нуде математичко-физичке моделе и нумеричке алгоритме чија софтверска имплементација омогућава симулациону анализу рада RSOA, али и детаљну анализу могућности оптимизације појединачних појачавача, као и оптимизацију ласерске структуре као система који укључује појачавач. Посебан допринос представља демонстрација могућности да се кроз увођење индуктивног пика у амплитудско-фреквенцијској карактеристици оптимизује паразитни одзив направе тако да се оствари значајно побољшање модулативних перформанси што је од

интереса када се полупроводнички оптички појачавачи користе у сврхе које превазилазе једноставно појачање, попут Е/О (ре)модулатора, О/О прекидача, конвертора таласних дужина. Полазећи од развијених модела и на њима засноване симулационе анализе могуће је оптимизовати геометријске параметре и радне услове рефлексионог оптичког појачавача који за задату дужину дистрибуционог влакна обезбеђују пројектовање пасивне оптичке приступне мреже са максималним пропусним опсегом.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кроз реализацију докторске дисертације кандидаткиња је приказала све релевантне способности потребне за самосталан научно-истраживачки рад: одабрана је атрактивна тема која нуди потенцијално решење за реалан проблем реализације јефтиног и ефикасног предајника за пасивне оптичке приступне мреже, спроведено је систематично истраживање финансирано у релевантној научној литератури, циљеви дисертације су јасно изложени, формулисани математичко-физички модели су детаљни и обухватају све релевантне физичке ефекте, а теоријске и нумеричке методе су прецизно дефинисане и детаљно образложене. Кандидаткиња је показала умеће у нумеричкој имплементацији формулисаних модела и зрелост при реализацији програмских кодова, који су модуларни, робусни и ефикасни. Анализа и дискусија добијених резултата је спроведена аналитично и детаљно, а закључци показују спремност кандидаткиње да обухвати све аспекте разматраног проблема и препозна како предности, тако и мане и ограничења предложног решења.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Развијен је и софтверски имплементиран детаљан математичко-физички модел модулационог одзива рефлексионог полупроводничког оптичког појачавача (RSOA) који поред интеракције носилаца наелектрисања и фотона у активној области урачунава и квази-паразитне ефекте саме структуре – транспортне ефекте који укључују дифузију носилаца, заробљавање и отпуштање носилаца у активној области појачавача.
- Преиспитано је опште-прихваћено мишљење да је сопствени пропусни опсег RSOA (који не узима у обзир квази-паразитне транспортне ефекте) одређен временом живота носилаца наелектрисања. Показано је да је сопствени 3 dB пропусни опсег добро апроксимиран инверзним просторно-упросеченим ефективним временом живота носилаца у оквиру режима рада ван засићења, међутим, да са приближавањем прагу засићења ова апроксимација значајно потцењује вредности сопственог пропусног опсега. Закључено је да модулационе перформансе RSOA нису ограничене сопственим пропусним опсегом, односно да у зависности од дизајна структуре појачавача и радних услова постоји потенцијал за унапређење пропусног опсега.
- Показано је да је интерни пропусни опсег који узима у обзир квази-паразитне транспортне ефекте, иако нижи од сопственог и даље значајно виши од експериментално мерених вредности или оних вредности које се добијају из модела заснованог на времену живота носилаца наелектрисања, што указује на могућност унапређења модулационих карактеристика кроз оптимизацију дизајна структуре RSOA.
- Формиран је модел RSOA који разматра утицај паразитних ефеката чипа и паковања на модулациони одзив заједно са утицајем транспортних и квази-паразитних ефеката. На основу унапређеног модела одређен је тзв. екстерни модулациони одзив који даје резултате упоредиве са експериментално одређеним вредностима.

- Показано је да се оптимизацијом индуктивности еквивалентног паразитног кола, тако да резонантна фреквенција паразитног кола буде реда величине интерног пропусног опсега RSOA, може побољшати екстерни пропусни опсег.
- Показано је да се променом геометријских параметара активне области RSOA директно утиче на импедансу микрострип електроде, чиме се може утицати на појаву индуктивног пика у преносној функцији кола. Побољшани екстерни пропусни опсег RSOA може достићи вредности које су реда величине пропусног опсега стандардних полупроводничких ласера (8 – 12 GHz).
- Анализом екстерног пропусног опсега RSOA у зависности од радних услова и геометријских параметара структуре установљено је да се висок пропусни опсег може остварити за високе струје поларизације, високе улазне оптичке снаге или веће дужине активне области RSOA, уз истовремено максимално потискивање утицаја квази-паразитних – транспортних ефеката у активној области RSOA, нпр. употребом оптимизованог дизајна структуре са танким SCH регијама.
- Показано је да су модулационе перформансе RSOA са оптимизованом активном области у режиму великих сигнала упоредиве са модулационим перформансама стандардне ласерске диоде. Предложен је сет смерница за искоришћавање технике индуктивног пика и идентификацију њених ограничења, отварајући пут за јефтино и једноставно побољшање Q-фактора, посебно у критичном режиму ниске улазне оптичке снаге и ниске до средње густине струје, чиме се омогућава рад са ниском погрешном енергије.
- Проширењем детаљног модела самосталног рефлексионог оптичког појачавача моделом оптичког влакна предложен је и софтверски имплементиран комплетан математичко-физички модел за симулацију ласерског система (RSOA-FCL).
- Потврђено је да је у случају дугих влакана са израженом дисперзијом, пропусни опсег RSOA-FCL ограничен пропусним опсегом влакна, док у случају довољно кратких влакана пропусни опсег ласерског система зависи од пропусног опсега RSOA. Показано је да је у условима слабе дисперзије, повећање струје поларизације RSOA примарни механизам за побољшање пропусног опсега RSOA-FCL. Пропусни опсег може бити додатно побољшан избором оптималне дужине активне регије RSOA или повећањем дужине влакна, али само за довољно високе струје поларизације RSOA.
- Показано је да техника индуктивног пика може побољшати екстерни пропусни опсег RSOA-FCL у систему са значајном дисперзијом, у оној мери у којој је испуњен услов да је гранична фреквенција интерног модулационог одзива блиска резонантној фреквенцији еквивалентног паразитног електричног кола. Ако је интерни пропусни опсег знатно мањи од резонантне фреквенције паразитног кола може доћи до веома благог побољшања екстерног пропусног опсега. Са друге стране, уколико је гранична фреквенција блиска резонантној фреквенцији паразитног кола и пик је изражен у опсегу радних фреквенција, побољшање пропусног опсега може бити значајно. У систему са израженом дисперзијом овакво побољшање постиже се за краћа влакна. У том случају, пропусни опсег RSOA-FCL се може додатно побољшати повећањем густине струје поларизације. Међутим, под претпоставком да је у систему извршена уобичајена компензација дисперзије, одзив RSOA-FCL ће бити доминантно одређен самим RSOA који за примењену технику индуктивног пика обезбеђује значајно повећање пропусног опсега.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Посматрајући полазне хипотезе, циљеве и остварене резултате истраживања може се констатовати да је кандидаткиња у потпуности одговорила на сва релевантна питања која суштински произилазе из проблематике којом се докторска дисертација бави.

Наведени научни доприноси дисертације представљају значајне кораке ка дубинском разумевању функционисања рефлексионих полупроводничких оптичких појачавача у склопу безбојних оптичких мрежних јединица за приступне мреже и последично, ка унапређењу модулационих перформанси, како самих рефлексионих оптичких појачавача, тако и ласерских система који комбинују рефлексион појачавач и дистрибуционо оптичко влакно.

Кључна открића до којих се дошло током израде дисертације пре свега се односе на разумевање узрока за, према доступној релевантној литератури, релативно скромне модулационе перформансе рефлексионих појачавача у односу на полупроводничке ласере, а затим и на могућност да се понуди ефикасно решење у виду оптимизације геометрије структуре и сходно томе паразитног одзива кроз успостављање тзв. индуктивног пика који може довести до значајног повећања пропусног опсега направе. Резултат примењене технике је показао унапређење перформанси RSOA и у режиму малих и у режиму великих сигнала. Поред тога, у оквиру дисертације је систематично и аналитично анализиран RSOA-FCL, ласерски систем заснован на спрези рефлексион појачавача и оптичког влакна, као једна од алтернатива за безбојне оптичке предајнике. Утврђене су смернице које би приликом пројектовања приступне мреже засноване на RSOA-FCL предајнику омогућиле значајно повећање пропусног опсега.

Полазећи од свега наведеног, може се закључити да резултати које је постигла кандидаткиња дају чврсту потпору у препознавању овог рада као квалитетне докторске дисертације.

4.3. Верификација научних доприноса

У оквиру истраживачког рада у области теме докторске дисертације кандидат Јована Бабић је објавила три рада као први аутор у часописима са SCI листе и један рад на међународној конференцији.

Категорија M21:

1. **Babić J., Totović, A., Crnjanski, J., Krstić, M., Mašanović, M., Gvozdić, D.: “Exploiting Inductive Peaking for Enhancing the RSOA’s Large-Signal Modulation Performance,”** *Journal of Lightwave Technology*, vol. 39, no. 11, pp. 3502 - 3510, 2021, doi: [10.1109/JLT.2021.3069660](https://doi.org/10.1109/JLT.2021.3069660) [ISSN: 0733-8724, IF2021=4.238, M21]
2. **Babić J., Totović, A., Crnjanski, J., Krstić, M., Mašanović, M., Gvozdić, D.: “Enhancement of the MQW-RSOA's Small-Signal Modulation Bandwidth by Inductive Peaking,”** *Journal of Lightwave Technology*, vol. 37, no. 9, pp. 1981 - 1989, 2019, doi: [10.1109/JLT.2019.2896194](https://doi.org/10.1109/JLT.2019.2896194) [ISSN: 0733-8724, IF2019=3.788, M21]

Категорија M22:

1. **Babić J., Totović, A., Crnjanski, J., Krstić, M., Gvozdić, D.: “Small-signal modulation response and -3dB bandwidth of reflective semiconductor optical amplifier based fiber cavity laser,”** *Optics Communications*, vol. 512, 2022, doi: [10.1016/j.optcom.2022.128057](https://doi.org/10.1016/j.optcom.2022.128057) [ISSN: 0030-4018, IF2022=2.335, M22]

Категорија M34:

1. **Babić J., Totović, A., Crnjanski, J., Krstić, M., Gvozdić, D.: “Large-Signal Modulation of an RSOA Enhanced by Inductive Peaking,”** VII International School and Conference on Photonics – PHOTONICA 2019, pp 154-154, Belgrade, Serbia, Aug 2019 [ISBN: 978-86-7306-153-5, M34]

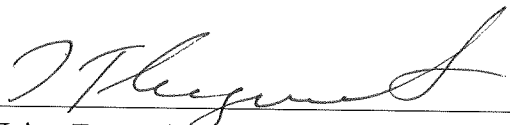
5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У докторској дисертацији под називом „Модулациони одзив ласера заснованог на спреси рефлексионог оптичког појачавача и оптичког влакна“ кандидаткиња Јована Бабић је формулисала и нумерички имплементирала детаљан физичко-математички модел који омогућава испитивање и оптимизацију модулационог одзива и пропусног опсега рефлексионог полупроводничког оптичког појачавача као самосталне компоненте и у оквиру ласерског система који користи оптички појачавач као активну секцију и дистрибуционо оптичко влакно као резонаторску шупљину.

Комисија констатује да докторска дисертација кандидаткиње Јоване Бабић испуњава све законске, формалне и суштинске услове и критеријуме који се примењују приликом вредновања докторских дисертација на Електротехничком факултету и Универзитету у Београду. Имајући у виду постигнуте резултате и научне доприносе, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Модулациони одзив ласера заснованог на спреси рефлексионог оптичког појачавача и оптичког влакна“ кандидаткиње Јоване Бабић прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се кандидаткињи одобри јавна усмена одбрана.

У Београду,
25.09.2024. г.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



др Небојша Ромчевић, научни саветник
Институт за физику Универзитета у Београду



др Наташа Нешковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Марко Крстић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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