

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Бојана Пајчина, мастер инжењера електротехнике и рачунарства.

Одлуком бр. 5020/11-3 од 26.10.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бојана Пајчина, мастер инжењера под насловом

„Енергетски ефикасне Етернет пасивне оптичке мреже базиране на мултиплексирању по таласним дужинама“

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

Бојан Пајчин је уписао докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду школске 2011/2012 године, на модулу Наноелектроника и фотоника. Током студија положио је све испите са просечном оценом 10,00 и испунио све обавезе везане за студијски истраживачки рад.

Кандидат је тему докторске дисертације под насловом **„Енергетски ефикасне Етернет пасивне оптичке мреже базиране на мултиплексирању по таласним дужинама“** пријавио 01.12.2016. године. Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду је одобрила предлог теме за израду докторске дисертације 06.12.2016. године. Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5020/11-1 од 21.12.2016. године) у саставу:

1. др Јован Радуновић, редовни професор у пензији, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
2. др Мирјана Радивојевић, ванредни професор, Рачунарски факултет Универзитета Унион,
3. др Милан Бјелица, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
4. др Предраг Иваниш, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

За ментора докторске дисертације предложен је др Петар Матавуљ, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Кандидат је 26.12.2016. године положио јавну усмену одбрану теме (докторски испит).

Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије од 29.12.2016. за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5020/11-2 од 17.01.2017. године).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (Одлука бр. 61206-199/2-17 од 30.1.2017. године).

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао на преглед и оцену 30.09.2021. године. Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације 06.10.2021. године. Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (Одлука бр. 5020/11-3 од 26.10.2021. године) у саставу:

1. др Петар Матавуљ, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
2. др Предраг Иваниш, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
3. др Мирјана Радивојевић, редовни професор, Рачунарски факултет Универзитета Унион.

На основу одлуке Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 542/2 од 13.03.2011. године, Студијски програм је започео у пролећном семестру школске 2011/2012, па се рок за завршетак докторских академских студија рачуна од почетка тог семестра, сагласно Статуту Универзитета у Београду и Статуту Електротехничког факултета Универзитета у Београду. На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду, члана 74. Статута Електротехничког факултета Универзитета у Београду и захтева студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма. Студент је у школској 2019/2020. години био у статусу мировања.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Електротехника и рачунарство, у ужем смислу научним областима Физичка електроника и Телекомуникације, подобласт: Оптичке мреже. За ове научне области матичан је Електротехнички факултет. Ментор дисертације је др Петар Матавуљ, редовни професор на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, који предаје више предмета на основним, мастер и докторским студијама, и аутор је бројних научних радова из ужих научних области ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Бојан Пајчин је рођен 03.12.1986. год. у Сарајеву, Босна и Херцеговина. Завршио је Електротехничку школу „Никола Тесла“ у Београду, смер телекомуникације. Дипломирао је на Електротехничком факултету у Београду, Одсек за телекомуникације и информационе технологије – смер Системско инжењерство, 2009. године, одбраном дипломског рада „Симулациона анализа линеарних блок кодова погодних за канале који се могу описати Марковљевим моделима“ са оценом 10 (десет) код проф. др Предрага Иваниша. Просечна оцена на основним академским студијама је 9.13. Мастер студије, модул Системско инжењерство и радио комуникације, завршио је на истом факултету 2011. године одбраном мастер рада „Софтверска имплементација система за дигитално потписивање са хеш

функцијама и алгоритмима с јавним кључем” са оценом 10 (десет), код ментора проф. др Предрага Иваниша. Просечна оцена на дипломским академским студијама је 9.67. Докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Наноелектроника и фотоника, уписује школске 2011/2012 године. Просечна оцена положених испита на докторским студијама је 10. Од 2011. године је запослен у ИРИТЕЛ а.д. у Сектору за оптичке системе преноса као дизајнер хардвера, област телекомуникације. У јуну 2018. године у оквиру сектора распоређен је на функцију Руководилац пројекта. Радио је на развоју Ирител-овог OTN (*Optical Transport Network*) система (OT10G), на пословима који су се кретали од идејних решења до реализације и производње. Био је активно укључен и водио је одређене делове пројекта развоја оптичких транспортних CWDM система CWDM-8s и CWDM-10G, као и новог ИРИТЕЛ ROADM система који је у финалној фази развоја. У оквиру његових радних дужности спада и ангажовање на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја TP32007 „Мултисервисна оптичка транспортна платформа OTN10/40/100 Gbps са DWDM/ROADM и *Carrier Ethernet* функционалностима“. Пре доласка у Ирител стекао је две године стажа и радног искуства радећи у струци најпре у „Универзијада Београд 2009“ на позицији инжењер за ИТ мреже, а потом у „СРЦ системске интеграције“ на позицији Развојни инжењер – систем администратор. Због постигнутих резултата током школовања добија стипендије Града Београда и Фонда за младе таленте Републике Србије. Аутор/коаутор је три рада публикована у међународним часописима са ЈЦР листе, једног рада у међународном часопису, седам радова представљених на међународним скуповима, једног рада у часопису националног значаја, шест радова представљених на скуповима националног значаја и девет лабораторијских прототипова, индустријских прототипова и нових производа.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на српском језику, ћиричним писмом, на 112 страна (97 страна ефективног текста), и садржи 40 слика, 16 табела и 52 библиографске референце. Текст докторске дисертације чине следећа поглавља: 1. Увод (4 стране), 2. Пасивне оптичке мреже (18 страна), 3. Четвороканална WDM EPON архитектура (11 страна), 4. Технике за уштеду енергије у PON (5 страна), 5. Енергетски ефикасна WDM EPON мрежа (21 страна), 6. Симулација EE WDM EPON мреже (18 страна), 7. Закључак (4 стране), Литература (3 стране), Списак слика (2 стране), Списак табела (1 страна), Индекс скраћеница (3 стране), Биографија аутора (1 страна), Библиографија проистекла из рада на докторској дисертацији (2 стране) и Прилог (4 стране). Дисертација садржи и уобичајене уводне (непагиниране) стране са неопходним информацијама о докторској дисертацији: резиме са кључним речима и подацима о научној области на српском (2 стране) и енглеском језику (2 стране) и садржај (2 стране). Поред наведеног, на крају докторске дисертације налазе се и обавезне изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У Уводу је дат краћи приказ актуелности теме, преглед тренутног стања у свету по питању утрошка енергије, наведене су методе и истакнути су главни циљеви као и организација докторске дисертације.

У другој глави **Пасивне оптичке мреже** дат је осврт на историјски развој пасивних оптичких мрежа и стандарде који их дефинишу, као и њихова подела по технологијама које се користе за пренос података и регулационим телима која прописују стандарде. Такође је дат и преглед тренутног стања у свету у погледу пасивних оптичких мрежа као и правци у којима ће се кретати развој истих у блиској будућности. Посебна пажња је посвећена EPON и WDM EPON мрежама које су тема докторске дисертације.

У трећој глави **Четвороканална WDM EPON архитектура** се најпре представља архитектура која је узета као основ за имплементацију механизма за уштеду енергије чијом применом се добија енергетски ефикасна оптичка приступна мрежа. Потом се наводи начин алокације таласних дужина за класе саобраћа, приказујући топологију ове приступне архитектуре и њене елементе. Дат је и преглед FWPBA и DWPBA модела поменуте четвороканалне WDM EPON архитектуре и описани су начин размене саобраћаја и сигнализације између OLT-а и ONU јединица, алоцирање пропусног опсега за сваку класу саобраћаја и сваку ONU јединицу, као и размена MPCP порука.

У четвртој глави докторске дисертације **Технике за уштеду енергије у PON** дат је преглед механизма за уштеду енергије у пасивним оптичким мрежама. Технике за уштеду енергије које се срећу у литератури се грубо могу поделити на софтверске и хардверске. Поред описа техника приказано је и поређење софтверских техника.

Пета глава **Енергетски ефикасна WDM EPON мрежа** приказује како се применом одабраних механизма за уштеду енергије у четвороканални WDM EPON добија енергетски ефикасан WDM EPON, тј. EE WDM EPON. Наведени су и описани имплементирани механизми као и предложена реорганизација преноса саобраћаја. FWPBA и DWPBA модели четвороканалне мреже су искоришћени као основа за добијање енергетски ефикасних DBA алгоритама – EE-FWPBA, EE-DWPBA и *online* EE-DWPBA-ASC алгоритама. За сва три алгоритама је дат опис рада, математички модел расподеле пропусног опсега ONU јединицама и илустровани примери размене саобраћаја и сигнализације у мрежи.

Претпоследње поглавље **Симулација EE WDM EPON мреже** описује симулације помоћу којих су анализирани перформансе представљених EE WDM EPON мрежа. Наведени су сви параметри и услови симулација као и граничне вредности параметара који морају бити испуњени како се не би нарушио квалитет сервиса. Такође су представљени резултати симулација у виду додатно унесених кашњења због баферисања саобраћаја ка кориснику, варијације кашњења пакета – цитера, остварени пропусни опсег, губитак пакета по класама саобраћаја и сервисима, остварена уштеда енергије, време (процент времена) које су елементи мреже провели у неактивном стању, оптерећености бафера током симулација, итд. Сви резултати, за сва три алгоритама, су представљени графички и табеларно, а потом су и поређени и анализирани како би се извели закључци о предностима предложених алгоритама.

У седмом поглављу **Закључак** су изведени закључци на основу добијених резултата симулације, истакнуто је колике су могућности за уштеду енергије у EPON мрежама, дискутовани су резултати у погледу квалитета сервиса и истакнут је значај и главни допринос ове дисертације. Примером који показује колико се енергије може уштедети применом описаних механизма наглашен је како фундаментални тако и практични значај извршених истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Разматрана докторска дисертација представља оригиналан научни рад у области енергетски ефикасних пасивних оптичких мрежа. Због све веће потрошње електричне енергије у свету уштеда енергије у Етернет пасивним оптичким мрежама постаје важан

фактор у развоју будућих оптичких приступних мрежа. Последњих година предложене су разне технике за уштеду енергије, међу којима је увођење терминалних ONU јединица у неактивни режим препознато као врло перспективна техника за постизање уштеде енергије у енергетски ефикасним EPON мрежама. Ипак, треба водити рачуна да увођење додатних техника не наруши квалитет сервиса и тиме угрози развој и перспективу енергетски ефикасних EPON мрежа.

Истраживања у овој тези везана су за добијање енергетски ефикасне пасивне оптичке мреже имплементирањем режима спавања у ONU јединици. У ту сврху се предлаже да се пренос саобраћаја ка кориснику уреди на исти начин као што је уређен и саобраћај од корисника, тј. мултиплексирати га у времену и направити TDM саобраћај. Уз TDM природу саобраћаја ка кориснику и од корисника, могуће је имплементирати механизме за уштеду енергије у ONU јединицама. Главни циљ ове докторске дисертације је био развој три алгоритма за динамичку алокацију пропусног опсега који омогућавају енергетски ефикасан рад мреже. Ради имплементације тих алгоритама предложена је модификација управљачког MPCP протокола како би се размена саобраћаја између OLT-а и ONU јединица учинила ефикаснијом и истовремено прилагодила за примену енергетски ефикасних технологија. Како би се проверила ефикасност предложених технологија направљене су симулације енергетски ефикасних WDM EPON мрежа и представљени су резултати тих симулација у виду додатно унесеног кашњења пакета изазваног баферовањем саобраћаја и алоцираног пропусног опсега за симулиране сервисе. Добијени резултати потврђују да увођење ONU јединице у енергетски ефикасан режим рада не нарушава загарантовани квалитет сервиса. Представљена решења су врло савремена и иновативна, а спадају у ужу групу врхунских истраживања у енергетски ефикасним телекомуникационим приступним мрежама.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току израде дисертације, кандидат је истражио доступну, релевантну литературу и коректно цитирао 52 референце које су од значаја за тему дисертације. Литература обухвата широк опсег публикација, доминантно везаних за проучавање механизма за уштеду енергије у пасивним оптичким мрежама и енергетски ефикасних алгоритама за расподелу пропусног опсега. Литература укључује и 3 публикације у међународним часописима (две M22 и једна M23 категорије) на којима је кандидат првопотписани аутор, а које су произашле током научно-истраживачког рада на дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације састојала се у следећем:

- Проучавање релевантног литературом из области пасивних оптичких мрежа, која укључује упознавање са топологијама мрежа, функционалностима елемената мреже, потрошњама електричне енергије тих елемената, контролно-комуникационим протоколом, генерисањем и природом корисничког саобраћаја, итд.,
- Проучавање литературе везане за квалитет саобраћаја, класе саобраћаја, параметре и њихове вредности који су неопходни за одређивање квалитета сервиса по класама,
- Истаживање постојећих техника и механизима за уштеду енергије у телекомуникационим мрежама,
- Дефинисање и предлог механизма за уштеду електричне енергије у четвороканалним WDM EPON мрежама, образложење параметара који дефинишу квалитет саобраћаја и преглед неопходних измена у контролно-комуникационом протоколу (MPCP) ради обезбеђивања преноса неопходних информација које омогућавају елементима мреже да пређу у енергетски ефикаснији режим рада,

- Израда математичког модела доделе пропусног опсега крајњим корисницима у оквиру сваког од предложених алгоритама (три различита алгоритама) за динамичку доделу пропусног опсега,
- Израда симулација четвороканалне WDM EPON мреже у којој се примењују механизми за уштеду електричне енергије,
- Обрада симулацијама добијених резултата, њихова детаљна анализа и међусобно поређење резултата различитих модела DBA алгоритама у WDM EPON-у, као и дефинисање оптималног модела,
- Анализа и детаљно објашњење уочених вредности параметара који дефинишу квалитет сервиса уз истовремену анализу постигнутих уштеда енергије,
- Разматрање потенцијалних примена предложених мрежа и механизма уз дискусију о остварљивим бенефитима приликом имплементације оваквих пасивних оптичких мрежа.

На основу изложеног Комисија констатује да су примењене научне методе адекватне за представљање и анализу нових механизма и алгоритама за постизање енергетски ефикасних Етернет пасивних оптичких мрежа. Уочено је да је оригинални научни допринос дисертације последица примене реализованих симулација математички описаних предложених DBA алгоритама у четвороканалним WDM EPON мрежама, као и правилне анализе добијених резултата симулација.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати истраживачког рада проистекли из ове дисертације су представљени за сва три алгоритама и међусобно поређени како би се уочиле разлике и побољшања у алгоритмима. Резултати су проценат времена ONU јединица проведен у неактивном стању, тј. режиму спавања, потом додатно унешено кашњење пакета у смеру ка кориснику, заузети пропусни опсег за сваку таласну дужину, односно за сваку класу саобраћаја, заузетост бафера у елементима EE WDM EPON система, итд.

Показано је да се и уз минимално трајање циклуса спавања и минимално кашњење пакета, што је истовремено и максимални квалитет сервиса који се пружа крајњем кориснику, остварују значајне уштеде енергије тако што ONU јединица у зависности од имплементираних алгоритама за динамичку доделу пропусног опсега проводи у неактивном стању од 55% до 80% времена рада. Уз повећање трајања циклуса спавања, одржавајући при том гарантовани квалитет сервиса, ONU јединице могу бити у неактивном режиму рада и преко 90% времена рада, па до чак 95% времена.

Добијени резултати недвосмислено показују да је применом имплементираних механизма за уштеду енергије у четвороканалним WDM EPON мрежама могуће уштедети значајну количину електричне енергије без нарушавања гарантованог квалитета сервиса. Детаљно описани механизми и резултати добијени њиховом применом обезбеђују добру полазну основу за имплементацију и отварају могућности за примену предложених решења како у постојеће тако и у будуће приступне оптичке мреже.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу прегледане докторске дисертације Комисија процењује да је кандидат Бојан Пајчин демонстрирао спремност за самостални научно-истраживачки рад, почевши од систематичног прегледа актуелне литературе, преко показане иновативности у погледу формирања нових модела за енергетску ефикасност, па до детаљног тумачења добијених резултата. Резултати истраживања су верификовани у еминентним међународним часописима и презентовани на научним скуповима од међународног значаја. Анализом

очекиваних научних доприноса предложене теме за израду дисертације, а на основу постигнутих rezultata, Комисија констатује да је кандидат употпуности одговорио на све изазове и недоумице постављене на почетку израде ове дисертације. Такође, кандидат је уочио и предвидео могућности за даља истраживања. Поред рада на докторској дисертацији кандидат је учествовао и у другим истраживањима и развоју нових телекомуникационих производа у оквиру пројеката Института ИРИТЕЛ а.д. и Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, а која нису непосредно везана за рад на тези, што је резултовало публикавањем додатних радова, и девет индустријских и лабораторијских прототипова и нових производа.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси које је кандидат Бојан Пајчин остварио у овој докторској дисертацији су:

- Дефинисани су алгоритми и идентификовани механизми у четвороканалним WDM EPON приступним мрежама чија имплементација у елементима мреже доводи до знатног смањена (од најмање 50%) потрошње електричне енергије.
- Дефинисане су граничних вредности параметара који омогућавају прелазак елемената мреже у енергетски ефикаснији режим, а да се притом не угрози загарантован квалитет сервиса крајњем кориснику.
- Утврђене су неопходне промене у постојећем стандардизованом комуникационо-управљачком протоколу (MPCP) како би се омогућио рад нових елемената мрежа са имплементираним механизмима за уштеду електричне енергије заједно са постојећим елементима мреже који немају уграђене те механизме.
- Развијена су три енергетски ефикасна модела PON мреже увођењем механизма за уштеду електричне енергије у четвороканалне моделе WDM EPON приступних мрежа. Трећи модел омогућава доделу додатног пропусног опсега крајњем кориснику за сваку класу саобраћаја у циљу максималног искоришћења капацитета оптичког влакна, а да се при томе очува квалитет сервиса гарантован крајњем кориснику уз постизање значајног смањења потрошње електричне енергије ONU јединице. Овај модел се смара изузетно оптималним за будућу имплементацију.
- Показано је да је применом развијених модела EE WDM EPON мреже могућа уштеда од 30MWh електричне енергије годишње за мрежу са 500 корисника.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у циљеве истраживања, полазне претпоставке и остварене резултате констатујемо да се кандидат успешно изборио са свим проблемима и недоумицама са којим се сусретао током израде дисертације. Остварене уштеде енергије без нарушавања квалитета саобраћаја у енергетски ефикасним четвороканалним WDM EPON мрежама, као и предложени алгоритми за динамичку доделу пропусног опсега кориснику, представљају значајан научни допринос у овој актуелној области. Резултати такође показују да предложени енергетски ефикасни DBA алгоритми ефикасно распоређују пропусни опсег по таласним дужинама и корисницима додељују потребан капацитет за све класе сервиса. Тиме се постиже да нема одбаченог саобраћаја и превеликог кашњења пакета и цитера. Анализом резултата приказаних у дисертацији констатујемо да су приказани резултати оригинални и савремени, као и да је могућа њихова примена у постојећим и будућим WDM EPON мрежама.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације верификовани су у следећим радовима (приказаним према категоријама):

Категорија M22:

1. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "Simulation analysis of energy efficient WDM ethernet passive optical network", *Optical and Quantum Electronics* 48:313 (2016) (DOI: 10.1007/s11082-016-0572-4, ISSN 0306-8919, IF 1.290(2015))
2. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "Improving quality of service in four-channel WDM ethernet passive optical network", *Optical and Quantum Electronics* 50:371 (2018) (DOI: 10.1007/s11082-018-1637-3, ISSN 0306-8919, IF 1.842(2019))

Категорија M23:

3. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "Analysis of Online DBA Algorithm with Adaptive Sleep Cycle in WDM EPON", *Fiber and Integrated Optics*, Vol. 37, Issue 3, pp. 171-184 (2018) (DOI: 10.1080/01468030.2018.1455928, ISSN 0146-8030, IF 0.895(2017))

Категорија M33:

1. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "MPCP adjusting for improving QoS in Green WDM EPON", 6th International Workshop on Fiber Optics in Access Networks – FOAN 2016, Lisbon – Portugal, pp. 29-34 (10/2016)
2. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "How long can ONU be inactive in four-wavelengths model of WDM Ethernet Passive Optical Network", *INFOTEH-JAHORINA*, Jahorina, RS, BiH, Vol. 16, Ref. KST-2-5, pp. 207-210 (3/2017)
3. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "What does mean adaptive sleep cycle in energy efficient optical access network?", 7th International Workshop on Fiber Optics in Access Networks – FOAN 2017, Munich, Germany, pp. 1-5 (11/2017)

Категорија M34:

1. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "Simulation analysis of energy efficient WDM Ethernet Passive Optical Network", *PHOTONICA2015 - V international school and conference on photonics*, Belgrade, Serbia, P.OC.3, p. 161 (8/2015)
2. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević, "Benefits of implementing online Dynamic Bandwidth Allocation algorithm in energy efficient WDM EPON", *PHOTONICS WORKSHOP – 10th Workshop*, Kopaonik, Serbia, p. 15 (2/2017)
3. B. Pajčin, P. Matavulj, M. Radivojević - Improving Quality of Service in four-channel WDM Ethernet Passive Optical Network, P.OC.4, p. 148, *PHOTONICA2017 – The Sixth International School and Conference on Photonics*, Belgrade, Serbia (8/2017)

Категорија М63:

1. Б. Пајчин, П. Матавуљ, М. Радивојевић, “Уштеде енергије у оптичким WDM EPON мрежама које користе 1Gb/s и 10Gb/s примопредајнике”, INFOTEN-JAHORINA том. 15, стр. 290-294, (3/2016)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

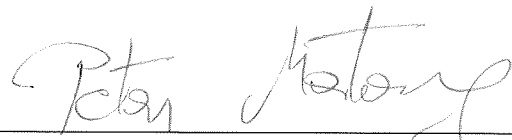
Докторска дисертација кандидата Бојана Пајчина, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „Енергетски ефикасне Етернет пасивне оптичке мреже базиране на мултиплексирању по таласним дужинама“ представља савремени научни допринос у области Електротехнике и рачунарства, односно ужих научних области Физичка електроника и Телекомуникације, подобласт Оптичке мреже.

Текст дисертације је написан разумљиво, садржај добро структуриран а поглавља приказана систематично. Циљеви дисертације су јасно исказани и дефинисани, а публиковани резултати су потврдили испуњеност тих циљева, чиме је кандидат показао способност за самостални научни рад. Добијени оригинални резултати уштеде енергије у енергетски ефикасним пасивним оптичким мрежама потврђују актуелност дате теме, и отварају реалне могућности за примену описаних механизма и алгоритама у пракси.

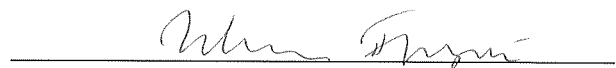
Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Бојана Пајчина испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се примењују приликом вредновања докторске дисертације на Универзитету у Београду, и на Електротехничком факултету. Узимајући у обзир све остварене резултате и оригинални научни допринос, комисија за задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација **Бојана Пајчина** под насловом „Енергетски ефикасне Етернет пасивне оптичке мреже базиране на мултиплексирању по таласним дужинама“ изложи на увид јавности, прихвати и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а кандидату одобри јавна усмена одбрана.

У Београду, 03.11.2021. године

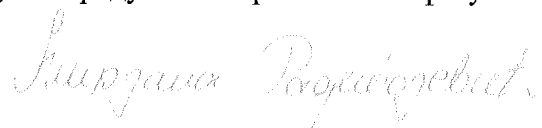
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Петар Матавуљ, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Предраг Иваниш, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Мирјана Радивојевић, редовни професор
Универзитет Унион – Рачунарски факултет