

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; <http://www.elfak.ni.ac.rs>
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs
<http://www.elfak.ni.ac.rs>

ДЕКАН

22.01.2020. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата **мастер инж. Марије Вељковић** под насловом „Генерисање суперконтинуума и примена у оптичким телекомуникацијама“ и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до **21.02.2020. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Проф. др Драган Манић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Вељковић Милосав Марија
Датум и место рођења	12.09.1990. , Алексинац

Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електротехника и рачунарство
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - Телекомуникације
Година уписа	2009.
Година завршетка	2013.
Просечна оцена	9.90

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електротехника и рачунарство
Звање	Мастер инжењер електротехнике и рачунарства - Телекомуникације
Година уписа	2013.
Година завршетка	2014.
Просечна оцена	10.00
Научна област	Телекомуникације
Наслов завршног рада	Динамика солитона у оптичким влакнима

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет
Студијски програм	Електротехника и рачунарство
Година уписа	2014.
Остварен број ЕСПБ бодова	464
Просечна оцена	10.00

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Генерисање суперконтинуума и примена у оптичким телекомуникацијама
Име и презиме ментора, звање	Даниела Миловић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-001/19-012 У Нишу, 21. 01. 2019. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	126
Број поглавља	7
Број слика (шема, графикона)	39
Број табела	5
Број прилога	/

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ**

Примљено 22. 01. 20
Број
07/03-003/20

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	M. Veljković, A. Mančić, D. Milović, A. Maluckov, "Numerical study of high intensity events in the supercontinuum generation in the presence of input chirp", <i>Optik</i> , 2019, vol. 196, pp. 163180-163186. <i>У овом раду приказан је утицај чирпа и улазног шума на генерисање суперконтинуума у фотоничном кристалном влакну. Истовремено, истраживана је веза између генерисања суперконтинуума и настанка локализованих догађаја високог интензитета. Показано је да без обзира на малу вероватноћу појаве, ови догађаји се ипак јављају у суперконтинууму и могу имати значајан утицај на пренос информација.</i>	M21
2	M. Veljković, D. Milović, A. Maluckov, A. Biswas, F. B. Majid & C. M. Glenn, Sr, "Chaotic dynamics and supercontinuum generation with cosh-Gaussian pulses in photonic-crystal fibers", <i>Laser Physics</i> , 2018, vol. 28, pp. 095109-095117. <i>У овом раду приказано је истраживање процеса генерисања суперконтинуума у фотоничном кристалном влакну када је облик импулса којим се генерише суперконтинуум cosh-Gaussian. Показано је под којим условима се може генерисати релативно раван спектар суперконтинуума. Такође, дата је анализа карактеристика генерисаног суперконтинуума у сва три оптичка прозора.</i>	M22
3	M. Veljković, A. Mančić, D. Milović, A. Maluckov, "Numerical study of the supercontinuum generation in the telecommunications windows in photonic crystal fiber", <i>The Seventh International School and Conference on Photonics</i> , Belgrade, Serbia, August 2019. <i>На конференцији је представљено генерисање суперконтинуума у оптичком влакну, у три различита оптичка прозора, притом разматрајући утицај промене снаге импулса, облика и чирпа импулса. Презентовани су резултати који показују кохерентност спектра суперконтинуума, у зависности од претходно наведених параметара.</i>	M34

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.	ДА	НЕ
--	----	----

На основу услова предвиђених Законом о високом образовању, Статутом Универзитета, Правилником о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације и Статутом Електронског факултета у Нишу, Комисија констатује да кандидат Марија Вељковић испуњава све предвиђене услове за одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација кандидата мастер инж. Марије Вељковић изложена је на 126 страна А4 формата, садржи 7 поглавља, 39 слика и 5 табела. Дисертација садржи јасну структуру и логичан след поглавља.

У дисертацији је приказано истраживање феномена генерисања суперконтинуума у микроструктурном типу оптичких влакана - PCF (*Photonic Crystal Fibers*). Детаљно су описани процеси одговорни за генерисање суперконтинуума као и карактеристике суперконтинуума у опсегу таласних дужина које се користе у оптичким телекомуникацијама. Приказан је упоредни преглед утицаја облика, снаге и чирпа улазног сигнала на спектар суперконтинуума у сва три оптичка прозора. У дисертацији је дат предлог модела који примењује суперконтинуум као вишеталасни извор у системима са мултиплексирањем сигнала по таласним дужинама - WDM (*Wavelength Division Multiplexing*).

У уводном поглављу дисертације дата су објашњења основних појмова и процеса везаних за област нелинеарне оптике и самог процеса генерисања суперконтинуума. Представљен је значај и циљ истраживања докторске дисертације.

Друго поглавље дисертације садржи теоријску основу линеарних и нелинеарних ефеката који се јављају у оптичком влакну, као и простирања електромагнетних таласа, неопходну за разумевање феномена суперконтинуума.

У трећем поглављу дата је математичка формулација нелинеарне Schrödinger-ове једначине којом се врши моделовање простирања сигнала оптичким влакном и генерисање суперконтинуума. Такође, дат је опис нумеричког метода SSFM (*Split-step Fourier Method*) који се у дисертацији користи за решавање нелинеарне Schrödinger-ове једначине.

Генерисање суперконтинуума врши се унутар оптичког влакна специфичне микроструктуре (PCF влакна) описане у четвртном поглављу дисертације. Такође, дате су карактеристике различитих типова PCF влакана и њихова упоредна анализа како би се донео закључак о томе који је тип PCF влакна најадекватнији за генерисање суперконтинуума.

У петом поглављу је дат преглед развоја суперконтинуума, а потом су изложена до сада позната његова својства у зависности од дисперзивног режима влакна. Након детаљног прегледа дисперзивних и нелинеарних ефеката одговорних за формирање нових фреквенцијских компоненти унутар спектра суперконтинуума дата је упоредна анализа спектра суперконтинуума у сва три оптичка прозора, за различите карактеристике улазног сигнала влакна. Показан је утицај промене облика, снаге импулса и чирпа импулса на спектрални и временски

облик суперконтинуума у сва три оптичка прозора. На основу детаљне анализе дошло се до резултата да је ширење спектра суперконтинуума најинтензивније у трећем оптичком прозору, за исту вредност снаге и исти облик улазног импулса. Повећањем снаге улазног сигнала добијено је интензивније ширење спектра, као последица зависности индекса преламања материјала од интензитета сигнала. Интересантан је и закључак до кога се дошло варирањем облика импулса при генерисању суперконтинуума. Наиме, промена облика импулса значајно утиче на спектар суперконтинуума а најзначајнији резултат је заравњење спектра суперконтинуума у другом оптичком прозору за улазне облике импулса типа *super-Gauss* и *cosh-Gauss*. Показано је да чирповање улазног сигнала утиче на побољшање спектра суперконтинуума у нормалном дисперзивном режиму. На крају петог поглавља приказани су резултати утицаја чирпа и шума улазног сигнала на расподелу вероватноће екстремних догађаја у суперконтинууму.

У шестом поглављу дисертације објашњена је примена суперконтинуума у оптичким телекомуникацијама, са фокусом на примени у WDM системима. Приказани су резултати генерисања суперконтинуума у три различита типа PCF влакна како би се одредило најадекватније влакно за генерисање спектра суперконтинуума који покрива опсег таласних дужина који се користи у WDM системима. Такође, анализирана је кохерентност спектра суперконтинуума и његова ширина, погодна за конкретну примену. Коначно, предложен је модел за генерисање суперконтинуума који се може применити као вишеталасни извор у WDM системима.

У седмом поглављу дат је закључак у коме је наглашен допринос ове дисертације а наведени су и добијени резултати приказани у претходним поглављима дисертације. Изведени су закључци на основу добијених резултата истраживања и дати правци могућег даљег унапређења предложеног модела суперконтинуума као вишеталасног извора WDM система.

На крају дисертације налазе се литература, списак објављених радова, биографија и изјаве аутора.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Увидом у извештај о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата Марије Вељковић, Комисија закључује да су циљеви наведени у пријави испуњени.

У дисертацији је извршена анализа линеарних и нелинеарних ефеката одговорних за генерисање суперконтинуума. Јасно је приказан ток развоја истраживања овог феномена као и карактеристике спектралног и временског облика суперконтинуума у зависности од дисперзивног режима и параметара улазног сигнала као што су облик импулса, снага и чирп. Притом, наведена анализа карактеристика суперконтинуума извршена је на три различите референтне фреквенције, односно у три различита оптичка прозора. На основу резултата претходно поменутих анализа, феномен генерисања суперконтинуума изучаван је у различитим типовима PCF оптичких влакана, притом сагледавајући ширину и кохерентност добијеног спектра суперконтинуума. На крају дисертације предложена је примена суперконтинуума у оптичким телекомуникацијама као вишеталасног извора WDM система. Разматране су могућности и детаљи имплементације предложеног модела.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Према оцени Комисије, најзначајнији доприноси дисертације Марије Вељковић су:

- Анализа линеарних и нелинеарних ефеката у оптичком влакну са фокусом на истраживање процеса одговорних за генерисање суперконтинуума.
- Анализа карактеристика и врста фотоничних кристалних влакана (PCF) примењивих за генерисање суперконтинуума погодног за примену у оптичким телекомуникацијама.
- Генерисање суперконтинуума у три оптичка прозора унутар PCF влакна. Дат је упоредни преглед утицаја различитих параметара улазног сигнала на временски и спектрални облик суперконтинуума. Симулације су извршене за оба дисперзивна режима (нормални и аномални) и сумирани су добијени резултати за различите параметре улазног сигнала.
- Анализа ширења спектра суперконтинуума у оба дисперзивна режима и прорачун кохерентности спектра.
- Прорачун расподеле вероватноће екстремних догађаја унутар суперконтинуума у аномалном дисперзивном режиму .
- Развој модела вишеталасног WDM извора базираног на суперконтинууму.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат је радом и залагањем током докторских студија задовољио све услове за стицање звања доктор наука. Кандидат је као првопотписани аутор објавио један рад у часопису Универзитета, један рад категорије M21, један рад категорије M22 и један рад категорије M23. Кандидат је и коаутор радова објављених у међународним часописима као и радова презентованих на међународним конференцијама.






ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу увида у поднету докторску дисертацију кандидата Марије Вељковић, може се закључити да дисертација садржи оригиналне научне доприносе из области нелинеарне оптике и оптичких телекомуникација. Резултати истраживања део су објављених радова у часописима категорије M21 и M22. Такође резултати истраживања презентовани су на међународној конференцији. Поред тога, кандидат је показао самосталност и истрајност у научном раду чиме су испуњени услови за одбрану докторске дисертације. Стога, предлажемо Наставно-научном већу Електронског факултета, Универзитета у Нишу, да се кандидату Марији Вељковић одобри јавна одбрана докторске дисертације под насловом „Генерисање суперконтинуума и примена у оптичким телекомуникацијама”.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије НСВ број 8/20-01-008/19-022

Датум именовања Комисије 09. 12. 2019. године

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Горан Т. Ђорђевић, редовни професор Телекомуникације (Ужа научна област)	Електронски факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	председник 
2.	Др Даниела Миловић, редовни професор Телекомуникације (Ужа научна област)	Електронски факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	ментор 
3.	Др Наташа Малеш Илић, редовни професор Телекомуникације (Ужа научна област)	Електронски факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 
4.	Др Весна Благојевић, доцент Телекомуникације (Ужа научна област)	Електротехнички факултет Универзитета у Београду (Установа у којој је запослен)	члан 
5.	Др Ана Манчић, ванредни професор Теоријска физика (Ужа научна област)	Природно-математички факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан 

Датум и место:

15.01.2020.g, Ниш