

VEĆU DEPARTMANA ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE

Odlukom Veća Departmana posleddiplomskih studija Univerziteta Singidunum, broj: 4 – 15/2026, donetoj na sednici održanoj 22.01.2026. godine, određeni smo za članove Komisije za odbranu doktorske disertacije pod nazivom “Optimizacija performansi hibridnih *Radio Frequency/Free Space Optics* komunikacionih sistema u različitim propagacionim uslovima”, kandidata Đorđa Šarčevića o čemu podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu i doktorskoj disertaciji

Đorđe Šarčević rođen je 26. avgusta 1988. godine u Šapcu. Visoko obrazovanje započeo je na Visokoj tehnološkoj školi strukovnih studija u Šapcu, gde je 2010. godine diplomirao na studijskom programu Informacione tehnologije i stekao zvanje strukovni inženjer elektrotehnike i računarstva. Akademsko obrazovanje nastavio je na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, Univerziteta u Novom Sadu, gde je završio osnovne akademske studije na studijskom programu Profesor tehnike i informatike.

Na istom fakultetu završio je i dva master akademska programa. Godine 2015. stekao je zvanje master inženjer informacionih tehnologija, a godinu dana kasnije i zvanje master profesor informatike i tehnike, završivši master studije na studijskom programu Informatika i tehnika u obrazovanju sa izuzetnom prosečnom ocenom 9,56.

Doktorske akademske studije na Univerzitetu „Singidunum“ u Beogradu upisao je 2019. godine, opredelivši se za oblast elektrotehnike i računarstva, u kojoj nastavlja sistematsko naučno i istraživačko usavršavanje.

Tokom svoje radne karijere, od 2012. do 2016. godine, Đorđe Šarčević je bio zaposlen u preduzeću za digitalni inženjering „DIGIPRO“, gde je uspešno vodio projekte održavanja računarske i mrežne opreme u više javnih i privatnih preduzeća, kao i projekte održavanja hardvera i softvera bankomata i POS terminala za vodeće banke na teritoriji zapadne Srbije i Republike Bosne i Hercegovine.

Od 2016. do 2020. godine angažovan je u osnovnom obrazovanju izvodeći nastavu na predmetima Informatika i računarstvo, Tehničko i informatičko obrazovanje i Tehnika i tehnologija.

Od marta 2020. godine, zaposlen je na Akademiji strukovnih studija Šabac na Odseku za medicinske i poslovno-tehnološke studije u izbornom zvanju asistenta za užu nastavno-naučnu oblast Informacione tehnologije, gde je zadužen za realizaciju praktičnih vežbi iz više stručnih predmeta, među kojima su: Programski jezici, Osnovi programiranja, Baze podataka, Bezbednost i zaštita podataka, Održavanje računarskih sistema, Programiranje za internet, Programiranje mobilnih aplikacija, Računarske mreže, Arhitektura računara i operativnih

sistema i Informatika sa statistikom. U decembru 2023. godine izabran je za sekretara Katedre za informacione tehnologije Akademije strukovnih studija Šabac, gde nastavlja da doprinosi razvoju akademskih standarda.

Koautor je i realizator dva akreditovana seminara od strane Zavoda za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja, registrovana u Katalogu ZUOV pod rednim brojevima 367 i 386. i nose nazive „Korišćenje računara za pripremu efektivnije nastave“ i „Priprema savremene i efektivnije nastave – korak napred“ a njihov cilj je dodatna edukacija prosvetnih radnika u osnovnom i srednjem obrazovanju na teritoriji Republike Srbije. Od 2018. godine seminari su realizovani više od 60 puta i obuhvatili su preko 750 učesnika. Takođe, Đorđe Šarčević je jedan od osnivača udruženja „IKT CENTAR SRBIJE“, koje se zalaže za unapređenje obrazovanja i povećanje nivoa informatičke pismenosti.

Kao lokalni organizator pri Centru za stručno usavršavanje Šabac, učestvovao je u organizaciji projekta „ReFocuS Art“, koji finansira Evropska komisija u okviru programa Marija Sklodovska Kiri, a koji sprovodi Centar za promociju nauke. U organizaciji Kancelarije za mlade grada Šapca i IKT centra Srbije, bio je predavač na interaktivnim radionicama u okviru projekta „Postanimo energični“. Tokom svog rada u prosveti savladao je više programa stručnog usavršavanja.

Aktivno učestvuje na međunarodnim i domaćim naučnim konferencijama i objavljuje radove u relevantnim naučnim časopisima.

Kandidat ima prihvaćen rad kategorije M22 čime je ispunjen uslov za odbranu doktorske disertacije:

Đ. Šarčević, N. Stanojević, S. Panić, P. Spalević, N. Gligorijević, and Č. Vasić, “Performance Evaluation of Hybrid RF/FSO Systems Using Nakagami-m and Gamma-Rician Models for One-Hop and Multi-Hop Scenarios”, Engineering Review, accepted for publication

Kandidat je prvi autor i tema rada je direktno povezana sa sadržajem doktorske disertacije.

Doktorska disertacija kandidata Đorđa Šarčevića je bila podvrgnuta proveri softverom za detekciju preklapanja i plagijarizma (iThenticate Plagiarism Detection Software). Ukupan procenat preklapanja iznosi 4%, pri čemu se deo preklapanja odnosi na opšte pojmove i standardne termine iz oblasti istraživanja.

Spisak radova kandidata:

1.	Đ. Šarčević, N. Stanojević, S. Panić, P. Spalević, N. Gligorijević, and Č. Vasić, “Performance Evaluation of Hybrid RF/FSO Systems Using Nakagami-m and Gamma-Rician Models for One-Hop and Multi-Hop Scenarios”, Engineering Review, accepted for publication.	M22
2.	N. Andrijević, Z. Lovreković, H. Salkić, Đ. Šarčević and J. Perišić, “Benchmarking PHP–MySQL Communication: A Comparative Study of MySQLi and PDO Under Varying Query Complexity”, <i>Electronics (MDPI)</i> , vol. 15, no. 1, p. 21, 2026, doi: 10.3390/electronics15010021.	M22
3.	M. Nešić, N. Stanojević, P. Spalević, S. Panić, Č. Vasić, Đ. Šarčević, “Closed-Form ABER Analysis of FSO Links over a Zero-Boresight Double Rician Channel with Adaptive Optics”, <i>Optica Applicata</i> , accepted for publication.	M23
4.	M. H. Abdullah, N. Stanojević, S. Panić, P. Spalević, Đ. Šarčević, S. Mitrović, “Performance Analysis of Hybrid RF/FSO Link over Nakagami-m Fading and Chi-Square–Inverse Gamma Atmospheric Turbulence with Pointing Errors”, <i>Optica Applicata</i> , Vol. LV, No. 4, 2025 doi: 10.37190/oa/209625.	M23
5.	N. Stanojević, Đ. Bandur, Đ. Šarčević, P. Spalević, S. Panić, “Statistical Modelling of Atmospheric Turbulence in Free-Space Optical Communication Systems,” in <i>Sinteza 2024 - International Scientific Conference on Information</i>	M33

	Technology, Computer Science, and Data Science, Belgrade, Singidunum University, Serbia, 2024, pp. 184-190. doi:10.15308/Sinteza-2024-184-190	
6.	Dj. Sarčević , D. Rudnjanin, A. Djokic, H. Stefanovic, "AN ANALYSIS OF DIFFERENT CHAINING MODES IN SYMMETRIC CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS APPLIED IN DIGITAL IMAGE TRANSMISSION", International Scientific Conference UNITECH 2023 GABROVO, ISSN 1313-230X , Vol. 1, pp. I-314 – I-317, November, 2023 https://www.doi.org/10.70456/GTNE6537	M33
7.	Đ. Šarčević , "The Importance of Introducing Innovations in the Teaching of Informatics and Computer Science in Primary School", in Sinteza 2022 - International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research, Belgrade, Singidunum University, Serbia, 2022, pp. 129-136. doi:10.15308/Sinteza-2022-129-136	M33
8.	Đ. Šarčević , "Inovativne metode u nastavi tehnike i tehnologije", XXI međunarodni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2022, Jahorina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, pp. 99-102, Mar, 2022. (ISBN 978-99976-710-9-7)	M33
9.	Đ. Šarčević , Lj. Petrevska, B. Marković, "Uticaj informacionih tehnologija na obrazovanje," Međunarodna konferencija Primena novih tehnologija u menadžmentu i ekonomiji (ANTIM), Vol. 1, pp. 395-410, Beograd, Srbija, 2022. (ISBN 978-86-81400-70-8)	M33
10.	B. Marković, Lj. Petrevska, Đ. Šarčević , "Statistička analiza tokova direktnih stranih ulaganja u BiH sa osvrtom na poljoprivredni sektor", Međunarodna konferencija Primena novih tehnologija u menadžmentu i ekonomiji (ANTIM), Vol. 1, pp. 269-280, Beograd, Srbija, 2022. (ISBN 978-86-81400-70-8)	M33
11.	Đ. Šarčević , V. Stanojević, "Izazovi zaštite poslovnih informacionih sistema u savremenim organizacijama", Primena novih tehnologija u menadžmentu i ekonomiji ANTiM 2024., Vol. 1, pp. 487-495, Beograd, Srbija, 2024. (ISBN 978-86-82650-00-3)	M33
12.	Ž. Spalević, G. Popović, F. Marković, Đ. Šarčević , M. Dobrojević, P. Spalević, "Veštačka inteligencija i njen uticaj na obnovljive izvore energije", XXIX Međunarodna konferencija Informacione tehnologije (IT), Žabljak, 19 – 22. februar, 2025.	M33
13.	N. Stanojević, P. Spalevic, S. Panić, Đ. Šarčević , S. Mitrović " DIGITAL WATERMARKING IN IMAGES USING DCT: EMBEDDING, EXTRACTION AND VISUAL QUALITY PRESERVATION," in Sinteza 2025 - International Scientific Conference on Information Technology, Computer Science, and Data Science, Belgrade, Singidunum University, Serbia, 2025, pp. 110-116. doi: 10.15308/Sinteza-2025-110-116	M33
14.	D. Čabarkapa, P. Pavlović, Đ. Šarčević „ARCHITECTURE AND IMPLEMENTATION OF PROGRAMMABLE DATA PLANE SUPPORTING SOFTWARE-DEFINED NETWORKING“, 14th International Scientific Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable Development – SED 2025, Zlatibor, Serbia, Jun 2025.	M33
15.	I. Vasić, Đ. Šarčević , P. Vasić „DRONE PROGRAMMING: CHALLENGES OF CONTEMPORARY EDUCATION“ 14th International Scientific Conference Science and Higher Education in Function of Sustainable Development – SED 2025, Zlatibor, Serbia, Jun 2025.	M33
16.	N. Janković, N. Milić, G. Popović, S. Mitrović, and Đ. Šarčević , "Implementation of smart solutions in Serbian cities: Are we close to smart cities?" ALFATECH 2025 – Smart Cities and Modern Technologies, Belgrade, Serbia, Feb. 28, 2025, pp. 36–42. DOI: 10.46793/ALFATECHproc25.036J.	M33

17.	Đ. Šarčević , N. Stanojević, P. Spalević, „Calibration of a Piezoresistive Pressure Sensor Using the 2D Progressive Polynomial Method“, International Journal of Engineering Inventions, e-ISSN: 2278-7461, p-ISSN: 2319-6491, Volume 12, Issue 11 [November. 2023] PP: 47-53	
18.	Lj. Stojanovic, V. Radojcic, S. Savic, A. S. Cvetkovic, Dj. Sarcevic , „The Influence of Artificial Intelligence on Creative Writing: Exploring the Synergy between AI and Creative“, International Journal of Engineering Inventions, e-ISSN: 2278-7461, p-ISSN: 2319-6491, Volume 12, Issue 12 [December. 2023] PP: 70-74	

2. Predmet i cilj istraživanja

Intenzivan razvoj savremenih komunikacionih sistema, posebno u kontekstu 5G i budućih 6G mreža, nameće potrebu za integracijom heterogenih tehnologija koje mogu obezbediti visoku pouzdanost, veliku propusnu moć i otpornost na degradacije izazvane propagacionim uslovima. Radio Frequency (RF) sistemi, iako široko primenjivani, suočeni su sa ograničenjima spektra i interferencijama, dok Free Space Optics (FSO) sistemi, uprkos visokoj propusnosti i bezbednosti, pokazuju izrazitu osetljivost na atmosferske turbulencije i greške usmeravanja.

Predmet doktorske disertacije jeste teorijska i analitička optimizacija performansi hibridnih RF/FSO komunikacionih sistema u različitim propagacionim uslovima, sa posebnim fokusom na statističko modelovanje kanala i izvođenje zatvorenih analitičkih izraza za ključne performansne parametre.

Cilj istraživanja jeste razvoj i analiza naprednih statističkih modela za opis RF i FSO kanala, izvođenje zatvorenih izraza za kumulativnu funkciju raspodele (CDF) i prosečnu stopu greške po bitu (ABER), analiza One-Hop i Multi-Hop arhitektura, kao i ispitivanje uticaja adaptivne optike na performanse FSO sistema. Posebna pažnja posvećena je identifikaciji parametara koji omogućavaju optimizaciju sistema u uslovima promenljive atmosferske turbulencije.

3. Metodologija istraživanja

Metodologija doktorske disertacije zasnovana je na teorijsko-analitičkom pristupu evaluaciji performansi hibridnih RF/FSO komunikacionih sistema u različitim propagacionim uslovima. Istraživanje je sprovedeno primenom matematičkog modelovanja, statističke analize i numeričke evaluacije performansi sistema.

U radu su korišćeni odgovarajući statistički modeli za opis RF i FSO kanala, uključujući Nakagami-m raspodelu za modelovanje RF fadinga, kao i više modela za opis atmosferske turbulencije i efekata usmerenosti u FSO kanalima (Gamma-Rician, Zero-Boresight Double Rician i hi-kvadrat-inverzna gama raspodela). Na osnovu funkcija gustine verovatnoće (PDF) izvedeni su zatvoreni analitički izrazi za kumulativne funkcije raspodele (CDF) i prosečnu stopu greške po bitu (ABER) za različite arhitekture sistema.

Analiza je obuhvatila One-Hop i Multi-Hop hibridne sisteme sa selektivnim kombinovanjem, kao i dual-hop sisteme sa pojačavanjem i prosleđivanjem signala (AF). Posebna pažnja posvećena je izvođenju zatvorenih izraza za krajnji SNR i odgovarajuće performanse u prisustvu atmosferske turbulencije, grešaka usmeravanja i različitih intenziteta fadinga.

U okviru matematičke obrade korišćene su specijalne funkcije (uključujući Meijer-G funkciju i njene proširene oblike), kao i standardne tehnike analitičke integracije i numeričke

aproksimacije. Na taj način omogućena je precizna karakterizacija performansi sistema bez oslanjanja isključivo na simulacione metode.

Numerička evaluacija sprovedena je analizom zavisnosti ABER-a od odnosa signal–šum (SNR), parametara turbulencije, Rice-ovog faktora K , Nakagami parametra m , kao i parametara koji opisuju grešku usmeravanja i odnos prečnika prijemnog otvora i koherentne dužine. Izvršena je i uporedna analiza performansi hibridnih i samostalnih FSO sistema, kao i poređenje različitih statističkih modela kanala.

Primena navedenih metoda obezbedila je sistematičnu, matematički utemeljenu i opštu evaluaciju performansi hibridnih RF/FSO sistema, čime su stvoreni uslovi za pouzdanu analizu njihovog ponašanja u širokom spektru propagacionih scenarija.

4. Sadržaj disertacije

Prvo poglavlje daje savremen pregled FSO komunikacionih sistema, uz prikaz modela FSO kanala, struktura predajnika i prijemnika, kao i osnovnih informaciono-teorijskih ograničenja. Razmatraju se tehnike modulacije, kanalnog kodovanja, diverziteta i hibridnih RF/FSO arhitektura, sa posebnim osvrtom na izazove u optimizaciji performansi sistema.

Drugo poglavlje razmatra aktuelne trendove, mogućnosti i izazove u oblasti optičkih bežičnih i hibridnih RF/FSO mreža, sa analizom postojećih arhitektura i pravaca daljeg razvoja.

Treće poglavlje fokusira se na statističko modelovanje propagacionih kanala. Razmatraju se Gamma-Gamma, Rician i Nakagami- m raspodele kao reprezentativni modeli za opis turbulencije i fedinga, uz analizu njihove primenljivosti u FSO i hibridnim RF/FSO sistemima.

Četvrto poglavlje analizira efekat propagacije šuma u mešovitom RF/FSO sistemu sa pojačavanjem i prosleđivanjem (AF). Predstavljen je tačan zatvoreni izraz za kumulativnu funkciju raspodele (CDF) krajnjeg odnosa signal–šum (SNR) u dual-hop sistemu, uz evaluaciju uticaja ovog efekta na performanse sistema.

U petom poglavlju razvijen je sveobuhvatan analitički model hibridnog RF/FSO sistema zasnovan na Gamma-Rician modelu za FSO kanal i Nakagami- m modelu za RF kanal. Izvedeni su zatvoreni izrazi za CDF i prosečnu stopu greške po bitu (ABER) za One-Hop i Multi-Hop arhitekture, uz numeričku evaluaciju performansi u funkciji ključnih parametara sistema.

Šesto poglavlje uvodi Zero-Boresight Double Rician model za FSO sisteme sa IM/DD detekcijom. Izveden je zatvoreni izraz za ABER, a dodatno je analiziran uticaj adaptivne optike kroz Zernike modalnu dekompoziciju i broj korigovanih modova na performanse sistema.

Sedmo poglavlje predstavlja novi hibridni RF/FSO model u kome je RF kanal opisan Nakagami- m raspodelom, dok je FSO kanal modelovan hi-kvadrat–inverznom gama raspodelom. Izvedeni su novi zatvoreni izrazi za ABER za hibridni i samostalni FSO sistem, uz uporednu analizu u različitim uslovima turbulencije i grešaka usmeravanja.

U zaključku se sumiraju najvažniji rezultati sprovedenog istraživanja i ističu ključni doprinosi disertacije u oblasti analitičkog modelovanja i evaluacije performansi hibridnih RF/FSO sistema. Posebno se naglašava značaj izvedenih zatvorenih izraza za CDF i ABER u različitim propagacionim scenarijima, kao i potvrđena robusnost hibridnih arhitektura u odnosu na samostalne FSO sisteme. Zaključak ukazuje na opšti karakter razvijenih modela i mogućnost njihove primene u daljoj analizi i optimizaciji savremenih bežičnih komunikacionih sistema.

5. Postignuti rezultati i naučni doprinos doktorske disertacije

U disertaciji su izvedeni zatvoreni matematički izrazi za kumulativnu funkciju raspodele (CDF) i prosečnu stopu greške po bitu (ABER) u više modela hibridnih RF/FSO sistema, čime je omogućena analitička i matematički utemeljena procena njihovih performansi u različitim propagacionim uslovima.

Jedan od ključnih rezultata odnosi se na izvođenje tačnog zatvorenog izraza za CDF krajnjeg odnosa signal–šum (SNR) u dual-hop mešovitom RF/FSO sistemu sa pojačavanjem i

prosleđivanjem (AF), uz eksplicitno uključivanje efekta propagacije šuma. Time je omogućena preciznija evaluacija performansi relejnih sistema, naročito u uslovima ograničenih energetskih resursa.

Razvijen je i analitički model hibridnog RF/FSO sistema u kome je FSO kanal modelovan Gamma-Rician raspodelom, a RF kanal Nakagami-m raspodelom. Za navedeni sistem izvedeni su zatvoreni izrazi za CDF i ABER u One-Hop i Multi-Hop konfiguracijama, čime je omogućena detaljna analiza uticaja parametara kanala na pouzdanost prenosa.

Poseban doprinos ostvaren je u okviru modelovanja FSO sistema primenom Zero-Boresight Double Rician modela, za koji je izveden zatvoreni izraz za ABER u IM/DD sistemima sa OOK modulacijom. U analizu je uključen i uticaj adaptivne optike putem Zernike modalne dekompozicije, čime je kvantifikovan efekat korekcije talasnog fronta na smanjenje stope greške u prisustvu atmosferske turbulencije.

Pored toga, predložen je hibridni RF/FSO model zasnovan na hi-kvadrat-inverznoj gama raspodeli za FSO kanal i Nakagami-m raspodeli za RF komponentu, za koji su izvedeni zatvoreni izrazi za ABER hibridnog i samostalnog FSO sistema, uz sprovedenu komparativnu analizu performansi u različitim uslovima turbulencije i greške usmeravanja.

Naučni doprinos disertacije ogleda se u sistematskom izvođenju zatvorenih analitičkih izraza za ključne performansne parametre u više statističkih modela hibridnih RF/FSO sistema, kao i u analitičkom uključivanju efekta propagacije šuma i adaptivne optike u evaluaciju performansi. Disertacija pruža konzistentan i matematički utemeljen pristup analitičkoj proceni performansi hibridnih RF/FSO komunikacionih sistema i predstavlja značajan doprinos teorijskoj analizi ovih sistema u različitim propagacionim scenarijima.

6. Mišljenje i predlog Komisije o doktorskoj disertaciji

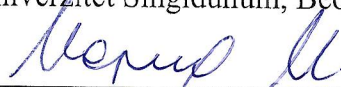
Na osnovu svega izloženog, Komisija je mišljenja da doktorska disertacija kandidata Đorđa Šarčevića, po svojoj temi, pristupu, strukturi i sadržaju rada, kvalitetu i načinu izlaganja, metodologiji istraživanja, načinu korišćenja literature, kao i relevantnosti i kvalitetu sprovedenog istraživanja i izvedenih zaključaka, u potpunosti zadovoljava kriterijume propisane za doktorsku disertaciju, te se može prihvatiti kao podobna za javnu odbranu.

Sagledavajući ukupnu ocenu disertacije kandidata Đorđa Šarčevića pod nazivom „Optimizacija performansi hibridnih *Radio Frequency/Free Space Optics* komunikacionih sistema u različitim propagacionim uslovima“, Komisija predlaže Veću departmana za posle diplomске studije i Senatu Univerziteta Singidunum da prihvate navedenu doktorsku disertaciju i odobre njenu javnu odbranu.

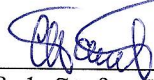
Beograd, 13. februar 2026.



Prof. dr Marko Tanasković,
Univerzitet Singidunum, Beograd



Prof. dr Marina Marjanović,
Univerzitet Singidunum, Beograd



Prof. dr Stefan Panić,
Prirodno-matematički fakultet
Univerziteta u Prištini sa privremenim
sedištem u Kosovskoj Mitrovici