



**VEĆU DEPARTMANA ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
I MEĐUNARODNU SARADNJU UNIVERZITETA SINGIDUNUM**

Beograd
Danijelova 32

Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj: 2009/460148 od 18.06.2010.godine, određeni smo za članove Komisije za pregled, ocenu i usmenu odbranu doktorske disertacije Ivana Milovanovića, master pod nazivom: "*Modelovanje uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima primenom veštačkih neuronskih mreža*".

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala, Komisija je sačinila sledeći

REFERAT

1. UVOD

1.1 Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Ivan Milovanović je upisao doktorske studije na Singidunum univerzitetu školske 2009/2010. godine. Položio je svih 12 ispita, sa srednjom ocenom 10. Zahtev za odobravanje teme za izradu doktorske disertacije podneo je 2013. godine. Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj: 2009/460148 od 18.06.2010.godine, formirana je Komisija u sastavu:

1. dr Mladen Veinović, redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd
2. dr Milan Milosavljević, redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd
3. dr Nebojša Dončov, redovni profesor, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu

za ocenu teme i podobnosti kandidata za izradu doktorske disertacije pod nazivom: "*Modelovanje uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima primenom veštačkih neuronskih mreža*". Na osnovu pozitivnog izveštaja Komisije Senat Univerziteta Singidunum je 2013. godine odobrio rad na izradi doktorske disertacije. Za mentora je imenovan prof. dr Mladen Veinović. Završnu verzija doktorske disertacije u elektronskom i štampanom obliku Ivan Milovanović je predao Univerzitetu 18. 05. 2015. godine.

1.2. Naučna oblast disertacije

Tema disertacije kandidata je u oblasti informacionih sistema i tehnologija, za koju je Fakultet za informatiku i računarstvo Univerziteta Singidunum matičan.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Ivan Milovanović je rođen 27.05.1985. u Nišu, Republika Srbija. Gimnaziju "Stevan Sremac" u Nišu završio je 2004. godine.

Školske 2004/2005. godine upisao je Fakultet za poslovnu informatiku, Univerziteta "Singidunum", smer grafika i dizajn u Beogradu na kome je 2008 godine diplomirao.

Master studije upisao je školske 2008/2009 godine na Fakultetu za informatiku i menadžment (smer "Savremene informacione tehnologije") Univerziteta "Singidunum". Master rad odbranio je kod mentora prof dr Ranka Popovića 2009. godine i stekao akademski naziv mastera informacionih tehnologija.

Radi u akreditovanom centru Univerziteta Singidunum u Nišu na poslovima DLS tehničke podrške, održavanja računarske mreže i učešća u nastavnom procesu. U zvanje asistent izabran je 1.10.2010 godine. Tokom master i doktorskih studija angažovan je u nastavnom procesu na predmetima: *Poslovna informatika, Internet tehnologije, Osnovi zaštite informacionih sistema, Računarske mreže, Poslovni informacioni sistemi, Osnovi računarske tehnike, Programiranje grafičkih aplikacija, Razvoj aplikativnog softvera, Operativni sistemi, Zaštita u računarskim mrežama.*

Učesnik je projekta TR32054 pod nazivom: *Digitalna obrada signala u sintezi sistema za zaštitu informacija*, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u periodu 2011.-2015. godine. Objavio je četiri rada u međunarodnim naučnim časopisima (od toga dva u časopisima sa SCI liste), dvanaest radova u zbornicima sa međunarodnih naučnih konferencija i sedam radova u zbornicima domaćih konferencija.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija pod naslovom: "*Modelovanje uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima primenom veštačkih neuronskih mreža*" ima ukupno (17+166) strana. Disertacija ima šest poglavlja i spisak literature. Poglavlja su:

1. Uvod, 7 strana
2. Šum i interferencija na prijemnom mestu bežičnog komunikacionog sistema, 62 strane
3. Modelovanje veštačkim neuronskim mrežama, 24 strane
4. Neuronski modeli uticaja šuma na prijemnom mestu, 18 strana
5. Primena neuronskih modela u postupcima smanjivanja uticaja interferencije na prijemnom mestu, 45 strana
6. Zaključak, 3 strane.

U disertaciji ima ukupno 102 slike, 22 tabele i 199 numerisanih izraza. Literatura sadrži 106 bibliografskih jedinica.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodu su prikazane ideje vodilje koje su motivisale istraživački rad na temi disertacije. Istaknuta je aktuelnost teme i dat presek do sada objavljenih rezultata u ovoj oblasti. Ukazano je na nedostatke kod postojećih pristupa modelovanja, kao i prednosti pristupa korišćenog u tezi zasnovanog na veštačkim neuronskim mrežama. Navedeni su originalni naučni doprinosi teze i kratak pregled preostalih poglavlja.

Drugo poglavlje je organizovano u dva dela. U prvom delu prikazane su osnovne karakteristike šuma na prijemnom mestu bežičnih komunikacionih sistema sa naglaskom na

spoljni šum prijemne antene. U nastavku sažeto je dat opis umanjenja interferencije na mestu prijema korišćenjem pristupa prostorne obrade signala. Prikazane su karakteristike štampanog pentagonalnog dipola koji je pogodan kao elemenat adaptivnog antenskog niza za oblikovanje dijagrama zračenja i smanjenja negativnih efekata interferentnih signala. Pored toga, dat je opis adaptivnih antenskih sistema, DoA estimacije i superezolucijskog algoritma za prostornu obradu signala (MUSIC). Posebna pažnja je posvećena uvođenju stohastičkih izvora zračenja, kao izvora interferencije i pristupu za DoA estimaciju.

Veštačke neuronske mreže sa fokusom na MLP i RBF neuronske mreže su uvedene u trećem poglavlju. Opisani su tipični algoritmi za obuku, kriterijumi za testiranje kao i poređenje arhitektura ova dva tipa neuronskih mreža.

Originalni naučni rezultati kandidata prikazani su u četvrtom i petom poglavlju. U četvrtom poglavlju dati su razvijeni efikasni neuronski modeli za procenu uticaja spoljnog šuma prijemne antene i prikazani rezultati modelovanja: a) maksimalne i minimalne vrednosti faktora šuma, b) faktora šuma pojedinih izvora šuma različitih porekla i c) ukupnog faktora šuma u slučaju istovremenog delovanja više izvora šuma različitog porekla. Pored toga u okviru ovog poglavlja prikazan je razvijen model neuronske mreže koji je primenjen za efikasno modelovanje ekvivalentne temperature prijemne antene.

U petom poglavlju, centralnom delu disertacije prikazani su najvažniji naučni doprinosi kandidata. U prvom delu prikazan je razvijeni MLP neuronski model, koji je uspešno primenjen na modelovanje štampanog pentagonalnog dipola smeštenog unutar ugaonog metalnog reflektora. Za svrhe projektovanja ove antenske strukture na zahtevanoj frekvenciji razvijen je softverski paket "*MLP pentagonalni dipol*" koji ima praktični značaj s obzirom na veliku brzinu rada i zadovoljavajuću tačnost. Pored toga, prikazani su novi efikasni neuronski modeli za DoA estimaciju stohastičkih izvora zračenja. Posle uvodnog dela sa prikazom korišćenja neuronskih modela za dvodimenzionalnu (2D) DoA estimaciju determinističkih izvora zračenja prikazani su rezultati kandidata na razvoju neuronskih MLP i RBF neuronskih modela za DoA estimaciju stohastičkih izvora zračenja. U disertaciji su prikazani efikasni neuronski modeli i rezultati modelovanja za slučaj prisustva jednog ili više stohastičkih izvora

U zaključku teze su navedeni osnovni doprinosi disertacije i date su smernice za moguća dalja istraživanja u ovoj oblasti.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Istraživanja u oblasti razvoja novih postupaka za modelovanje šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima su danas veoma aktuelna i usmerena su ka projektovanju i realizaciji efikasnih adaptivnih antenskih nizova, kao i u pravcu iznalaženja efikasnih modela za procenu uticaja eksternog šuma iz okruženja antene na ukupan odnos signal-šum na prijemnika. Poseban problem u praksi čine stohastički izvori šuma čije je zračenje slučajnog karaktera i gde je od praktičnog interesa da se takvo zračenje prostorno lokalizuje radi preduzimanja postupaka umanjenja njihovog negativnog uticaja na rad prijemnika bežičnih sistema. Kandidat je razvio pristup zasnovan na korišćenju veštačkih neuronskih mreža i ukazao na prednosti u odnosu na do sada korišćene pristupe.

U ovom kontekstu, kandidat je svoju originalnost potvrdio na korektan i uverljiv način-objavlivanjem radova u međunarodnim naučnim časopisima (4 rada, od čega dva u časopisima sa impakt faktorom) i u zbornicima sa međunarodnih (11 radova) i domaćih (6 radova) naučnih konferencija.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U izradi disertacije korišćena je obimna literatura iz oblasti modelovanja šuma i interferencije, DoA estimacije i veštačkih neuronski mreža polazeći od fundamentalnih referenci, pa sve do najnovijih radova u vrhunskim međunarodnim naučnim časopisima uključujući i sopstvene reference. Na osnovu tih referenci, originalni naučni rezultati do kojih je kandidat došao u disertaciji su stavljeni u korektan kontekst.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Kandidat je u svom istraživačkom radu koristio više različitih postupaka. Najpre je uvidom u literaturu, zajedno sa mentorom došao do zaključka o potrebi za razvojem novih efikasnih modela i pristupa za procenu uticaja prisustva šuma i interefrencije na prijemnoj strani bežičnih komunikacionih sistema. Detaljnom analizom raspoloživih pristupa uočeni su nedostaci, sagledane su potencijalne mogućnosti veštačkih neuronskih mreža i formulisan je cilj istraživanja: razvoj i promocija novih postupaka u proceni uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima koji su zasnovani na korišćenju neuronskih modela.

U postupku razvoja neuronskih modela, kandidat je pokazao samostalnost i inventivnost u izboru arhitekture neuronskih mreža, određivanju optimalne strukture u pogledu broja skrivenih slojeva i brojeva neurona u njima i zatevane tačnosti modelovanja. Svi razvijeni neuronski modeli su verifikovani poređenjem sa odgovarajućim referentnim vrednostima.

Prednosti i nedostaci predloženog pristupa na bazi veštačkih neuronskih mreža su kritički sagledani i na kraju disertacije su date smernice za moguća dalja istraživanja.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati do kojih je kandidat došao u svojoj disertaciji mogu imati neposrednu primenu u oblasti procene uticaja šuma i interferencije na prijemnom mestu bežičnih komunikacionih sistema. Naime, razvijeni neuronski modeli odlikuju se velikom brzinom simulacije i zadovoljavajućom tačnošću. Stoga se predloženi pristup može uspešno primeniti kako u oblasti projektovanja elemenata adaptivnih antenskih nizova, tako i u oblasti procene uticaja stohastičkih izvora šuma.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat je u svom dosadašnjem radu pokazao kvalitete presudne za uspešan istraživački rad: sposobnost uočavanja problema i postavljanje korektnog cilja istraživanja, shvatanje i proširivanje teorijskih koncepata, originalnost, sposobnost da teorijske metode pretoči u algoritme, strukture podataka i računarske programe, kao i da kritički analizira dobijene rezultate.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Originalni naučni doprinosi disertacije se mogu formulirati na sledeći način:

- Razvoj novog postupka za procenu uticaja šuma na prijemnom mestu mikrotalasnog bežičnog komunikacionog sistema. Prikazani su efikasni neuronski modeli za modelovanje faktora eksternog šuma i temperature osvetljaja prijemne antene,
- Razvoj neuronskog modela za projektovanje štampanog pentagonalnog dipola. Korišćeni model daje mogućnost efikasnog projektovanja štampanog dipola kao elementa antenskog niza koji se zahvaljujući malim nivoima bočnih listova dijagrama zračenja može koristiti u postupku oblikovanja dijagrama zračenja (beamforming) za smanjenje uticaja interferencije i povećanja kvaliteta servisa,
- Razvoj novog postupka za određivanje pravaca dolaska EM zračenja stohastičkih izvora (DoA estimacija stohastičkih signala) zasnovanog na upotrebi veštačkih neuronskih mreža koji daje polaznu osnovu za naknadno oblikovanje karakteristike zračenja adaptivnog antenskog sistema u realnom vremenu sa ciljem da se umanji uticaj šuma i interferencije.
- Doprinos razvoju proceduralnog okruženja i softverske osnove za dalji proces automatizacije alata za karakterizaciju šuma i interferencije kod bežičnih komunikacionih sistema i za podršku razvoju i unapređenju adaptivnih antenskih sistema.

Predloženi postupci i neuronski modeli otvaraju put ka efikasnijem rešavanju problema uticaja šuma i interferencije na prijemnom mestu bežičnog komunikacionog sistema jer se time izbegava manuelno korišćenje funkcionalnih grafika, složena EM analiza i dugotrajna numerička izračunavanja koja zahtevaju snažne hardverske resurse. Predloženi neuronski modeli imaju znatno brži odziv od ekvivalentnih modela zasnovanim na numeričkim izračunavanjima, zahtevaju manje hardverskih resursa i stoga su pogodni za primenu u realnom vremenu. Pored toga, neuronski modeli mogu se obučiti tako da uključe dodatne karakteristike signala (njihov broj, odnos signal/šum, stepen korelacije), fizičke karakteristike prijemnog niza kao i dopunske karakteristike okruženja koje nisu obuhvaćeni klasičnim modelima zasnovanim na numeričkim izračunavanjima.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

U prvoj fazi kandidat je razmatrajući raspoloživu literaturu u oblasti teme disertacije izvršio kritičku analizu dostupnih informacija i korektno definisao cilj istraživanja. U istraživačkom radu koristio je mogućnost kritičkog preispitivanja i pogodne načine verifikacije dobijenih rezultata. Svi razvijeni neuronski modeli verifikovani su poređenjem rezultata modelovanja sa odgovarajućim referentnim vrednostima (eksperimentalnim ili rezultatima računarskih simulacija). Uočene su i prikazane prednosti i nedostaci predloženog pristupa i ukazano na smernice mogućih daljih istraživanja.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Naučni doprinosi disertacije verifikovani su sledećim radovima kandidata:

Kategorija M21

1. Marija Agatonović, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Nebojša S. Dončov, L. Sit, T. Zwick, Bratislav D. Milovanović, "Efficient Neural Network Approach for 2D DOA Estimation Based on Antenna Array Measurements", *Progress in Electromagnetics Research, PIER 137*, pp. 741 - 758, 2013, (M21, IF 2011, 5.298), ISSN: 1070-4698, E-ISSN: 1559-8985.

Kategorija M23

1. Marija Stoilković, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Nebojša Dončov, Bratislav Milovanović, Thomas Zwick, Experimental Verification of an ANN Based Model for 2D DOA Estimation of Closely Spaced Coherent Sources, *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 56, No. 11, pp: 2558-2562, 2014, Online ISSN: 1098-2760. (M23, IF 2013, 0.623), <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mop.28635/abstract>

Kategorija M52

1. Marija Milijić, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Aleksandar Nešić, "Software module Pentagonal Dipole based on artificial neural networks", *International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems*, Vol. 4, No. ½, 2012, pp. 73-81, DOI: 10.1504/IJRIS.2012.046494, <http://www.inderscience.com>.
2. Marija Agatonović, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Nebojša Dončov and Bratislav Milovanović, "Neural Network Model for 2D DOA Estimation of Two Coherent Sources", *International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems (IJRIS)*, ISSN (Online): 1755-0564 - ISSN (Print): 1755-0556, Vol. 6, No. 2, 2014 Issue, Inderscience Publishers, 2014 Vol. 6 No. 2, <http://www.inderscience.com/info/inarticletoc.php?jcode=ijris>

Kategorija M33

1. Marija Milijić, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Aleksandar Nešić, „Neural Network Based Software for Modeling Printed Pentagonal Dipole“, *XLVI International Scientific Conference on Information, Communication, and Energy Systems and Technologies – ICEST 2011*, Niš, Serbia, June 29-July 1, 2011, Faculty of Electronic Engineering, Vol.3, pp. 689-692, 2011, ISBN: 978-86-6125-033-0.
2. Marija Milijić, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, „Hybrid-Empirical Neural Model for Indoor/Outdoor Path Loss Calculation“, *10th International Conference on Telecommunications in Modern Cable, Satellite and Broadcasting Services - TELSIS 2011*, Niš, Serbia, October 5-7 2011, IEEE and Faculty of Electronic Engineering, Vol.2, pp.548-551, 2011, ISBN:978-1-4577-2016-1, <http://ieeexplore.ieee.org>
3. Marija Milijić, Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, „Neuronski model za procenu snage eksternog šuma kod prijemnika bežičnih komunikacionih sistema“, *19th Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, November, 22-24, 2011, Telecommunications Society, pp.437-450, ISBN: 978-1-4577-1498-6.
4. **Ivan Milovanović**, Zoran Stanković, „Osobenosti MESH mrežnih arhitektura zasnovanih na IEEE 802.11 i IEEE 802.16 standardima,“, *INFOTEH®-JAHORINA*, 2012, pp. 428-433, ISBN 978-99938-624-8-2
5. **Ivan Milovanović**, Zoran Stanković, Marija Milijić, „Efficient Estimation of the Antenna Noise Level Using Neural Networks“, *Proceedings of XLVII International Scientific Conference on Information, Communication, and Energy Systems and Technologies – ICEST 2012*, Veliko Tarnovo, Bulgaria, June 28–30, 2012, pp. 291-294, ISBN: 978-619-167-003-1.
6. Marija Agatonović, Zoran Stanković, Bratislav Milovanović, **Ivan Milovanović**, Nebojša Dončov, „Measurement Site and Procedures for Experimental 2D DOA Estimation“, *XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication, and Energy Systems and Technologies – ICEST 2013*, Ohrid, Macedonia, June 26 – 29, 2012. <http://www.icestconf.org>

7. **Ivan Milovanović**, Zoran Stanković, Marija Agatonović, Marija Milijić, „Efficient Neural Model for Estimation of the Microwave Antenna Noise Temperature“, *XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication, and Energy Systems and Technologies – ICEST 2013*, Ohrid, Macedonia, June 26 – 29, 2012. <http://www.icestconf.org>
8. Z. Stanković, N. Dončov, J. Russer, **I. Milovanović**, M. Agatonović, Neural networks based DOA estimation of multiple stochastic narrow-band EM sources, *11th International Conference on Telecommunications in Modern Cable, Satellite and Broadcasting Services - TELSIS 2013*, Niš, Serbia, October 16-19 2013, IEEE and Faculty of Electronic Engineering.
9. Zoran Stanković, Nebojša Dončov, Johannes Russer, **Ivan Milovanović**, Bratislav Milovanović, Neural Network Approach for Efficient DOA Determination of Multiple Stochastic EM Sources in Far-field, *Proceedings of IEEE International Conference on Numerical Electromagnetic Modeling and Optimization for RF, Microwave, and Terahertz Applications - NEMO 2014*, Pavia, Italy 14-16 May, 2014, http://nemo-ieee.org/04_confprogram/NEMO2014_FR2.html.
10. Z. Stanković, N. Dončov, **I. Milovanović**, B. Milovanović, M. Stoilković, Localization of Mobile Users Stochastic Radiation Nature by using Neural Networks, *XLIX International Scientific Conference on Information, Communication, and Energy Systems and Technologies – ICEST 2014*, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia, June 25-27 2014, pp. 343-346.
11. Zoran Stanković, Nebojša Dončov, **Ivan Milovanović**, Bratislav Milovanović, *Neural Network Model for Efficient Localization of a Number of Mutually Arbitrary Positioned Stochastic EM Sources in Far-field*, *12th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering*, NEUREL 2014, Belgrade, Serbia, November 25-27, 2014.

Kategorija M63

1. **Ivan Milovanović**, Zoran Stanković, “Zaštita bežičnih MESH mreža”, *Zbornik radova Konferencije YU INFO 2011, sekcija Računarske mreže i telekomunikacije, (CD ROM)*, Kopaonik, Srbija, 6. mart - 9. mart, 2011, pp. 468-472., ISBN: 978-86-85525-08-7, <http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2011/default.html>
2. **Ivan Milovanović**, Zoran Stanković, Marija Milijić “Procena nivoa eksternog šuma na mestu prijema u bežičnim komunikacijama pomoću neuronskih mreža”, *Zbornik radova Konferencije YU INFO 2012, sekcija Računarske mreže i telekomunikacije*, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, 29. mart - 3. februar, 2012, (<http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2012/default.html>), U zborniku apstrakata na 62. str.; u zborniku pp. 390-395, ISBN: 978-86-85525-09-4.
3. **Ivan Milovanović**, Zoran Stanković, Bratislav Milovanović, Nebojša S. Dončov, Ivan Mišić “Program "MWAA-beamformer" za analizu rada adaptivnih antenskih nizova”, *Zbornik radova Konferencije YU INFO 2013, sekcija Računarske mreže i telekomunikacije*, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, 3. - 6. mart, 2013, (<http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2013/default.html>), U zborniku apstrakata na 57. str., u zborniku pp. 386-391, ISBN: 978-86-85525-11-7.
4. Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Nebojša S. Dončov, Bratislav Milovanović, “Efikasna DOA estimacija stohastičkog izvora korišćenjem neuronskih mreža”, *Zbornik radova Konferencije YU INFO 2013, sekcija Računarske mreže i telekomunikacije*, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, 3. - 6. mart, 2013, (<http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2013/default.html>), U zborniku apstrakata na 58. str., u zborniku pp. 392-396, ISBN: 978-86-85525-11-7.

5. Zoran Stanković, Nebojša Dončov, Bratislav Milovanović, **Ivan Milovanović** „Efikasni neuronski modeli za DOA estimaciju stohastičkog izvora“, 57. Konferencija ETRAN, CD Zbornik radova, Zlatibor, Srbija, 3 – 6. juna 2013., Društvo za ETRAN, MT4.4-1-4, 2012.
6. Zoran Stanković, **Ivan Milovanović**, Nebojša Dončov, Bratislav Milovanović, *Pristup u DOA estimaciji stohastičkih izvora zasnovan na korišćenju neuronskih mreža*, Zbornik radova Konferencije YU INFO 2014, sekcija Računarske mreže i telekomunikacije, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, 9. - 13. mart, 2014, (http://www.yuinfo.org/zbornik_2014_WEB%20verzija.pdf), pp. 354-359, ISBN: 978-86-85525-13-1.

5. MIŠLJENJE KOMISIJE I PREDLOG

Na osnovu izloženog, komisija konstatuje da doktorska disertacija Ivana B. Milovanovića, master informacionih tehnologija, pod naslovom “*Modelovanje uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima primenom veštačkih neuronskih mreža*” ispunjava sve formalne i suštinske uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju, kao i propisima univerziteta Singidunum u Beogradu. Doktorska disertacija Ivana Milovanovića sadrži naučne doprinose koji se sastoje u razvoju efikasnih neuronskih mreža koji se uspešno primenjuju u postupcima procene uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima.

Tokom celokupne izrade doktorske disertacije, kao i na ukupnom radu na projektu Ministarstva, prosvete, nauke i tehnološkog razvoja: TR 32054 kandidat je pokazao nesumnjivu sposobnost za samostalni naučnoistraživački rad. Stoga članovi Komisije sa zadovoljstvom predlažu Veću departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju da se doktorska disertacija pod naslovom “*Modelovanje uticaja šuma i interferencije u bežičnim komunikacionim sistemima primenom veštačkih neuronskih mreža*” kandidata Ivana B. Milovanovića, mastera u oblasti informacionih tehnologija prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Senatu univerziteta Singidunuma u Beogradu.

Beograd, 25. 05. 2015. godine

Članovi komisije:

dr Mladen Veinović, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd



dr Milan Milosavljević, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd



dr Nebojša Dončov, redovni profesor,
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu

