

UNIVERZITET U BEOGRADU
Fakultet organizacionih nauka

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
FAKULTETA ORGANIZACIONIH NAUKA

Predmet: Izveštaj komisije o podobnosti kandidata i naučnoj zasnovanosti prijavljene doktorske disertacije

Odlukom br. 008 od 28.10.2015. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Žarka Rosića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme:

„METODE OPTIMIZACIJE U PROBLEMIMA SINTEZE LINEARNOG ANTENSKOG NIZA“

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi Veću sledeći

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

Biografski podaci

Žarko Rosić je rođen 21.05.1988. godine u Užicu. U Užicu je završio osnovnu i srednju tehničku školu, smer Elektrotehničar elektronike, sa prosečnom ocenom 4.67. Godine 2007. upisao je Elektrotehnički fakultet u Beogradu kao redovan student. Diplomirao je u avgustu 2011. godine na odseku Signali i sistemi sa prosečnom ocenom 8.11 i ocenom 10 na diplomskom ispitu. Master studije upisuje na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 2011. godine, na odseku Signali i sistemi. Master studije završava 2012. godine sa prosečnom ocenom 9.50 i ocenom 10 na završnom ispitu.

U oktobru 2012. godine je upisao doktorske akademske studije na FON-u, na studijskom programu Informacioni sistemi i menadžment, izborno područje – Operaciona istraživanja. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 10 (deset).

Do sada je objavio sledeće radove:

1. Radovi u međunarodnim časopisima

- 1.1. Ž. Rosić, Antenna array synthesis for suppressed side lobe level using combination of global and local search, *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, vol. 4. no. 6, December 2014, p. 58-61.

- 1.2. Ž. Rosić, O. Mihić, Linear antenna array synthesis with minimum side lobe level and null controlling, Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg. Prihvaćen IF 0.47

2. Radovi saopšteni na skupu nacionalnog značaja

- 2.1. Ž. Rosić, O. Mihić, Analiza efikasnosti proizvodnje žitarica u Srbiji, *Zbornik radova Sym-Op-Is*, p. 684-688.
- 2.2. Ž. Rosić, O. Mihić, *Comparison of results of antenna array synthesis by Dolph-Chebyshev method and GLO method*, Zbornik radova Sym-Op-Is, 2015.

Prikaz nastavnih aktivnosti u okviru doktorskih studija

Krajem 2012. godine Žarko Rosić je upisao doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka. Tokom dosadašnjih studija položio je sve planom i programom predviđene ispite sa prosečnom ocenom 10.

Spisak položenih ispita na doktorskim studijama

Spisak položenih predmeta sa ESPB bodovima:

Br.	Položeni predmeti na doktorskim studijama	ESPB
1.	Nelinearno programiranje	10
2.	Kombinatorna optimizacija	10
3.	Primenjena matematička analiza	10
4.	Statistika u menadžmentu	10
5.	Multivariaciona analiza	10
6.	Globalna optimizacija	10
7.	E-uprava	10
8.	Metaheuristike	10
9.	Višekriterijumska optimizacija i odlučivanje	10

Kandidat je odbranio pristupni rad 18.11.2015 godine pod nazivom „Modeli optimizacije u problemima sinteze linearnog antenskog niza“ i ostvario 30 ESPB bodova. Ukupno je ostvario 120 ESPB bodova sa prosečnom ocenom 10.

Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Oblast interesovanja kandidata je optimizacija, elektromagnetizam i signali i sistemi. Kao što se u priloženoj biografiji može videti publikovao je nekoliko naučnih radova u naučnim časopisima i na konferencijama.

Na osnovu svega navedenog smatramo da kandidat Žarko Rosić poseduje potrebno znanje i iskustvo za izradu doktorske disertacije na temu „**Metode optimizacije u problemima sinteze linearnog antenskog niza**“.

2. PREDMET I CILJ DISERTACIJE

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije su problemi sinteze linearnog antenskog niza i njihovo rešavanje metodom kombinacije dva metaheuristička pristupa za rešavanje problema globalne optimizacije.

Guglielmo Marconi 1896. godine, pred Londonskim zborom je demonstrirao bežičnu komunikaciju putem elektromagnetnih signala. 12. decembra 1901. godine u 4:30 uspešno je primio prvu transatlantsku poruku od njegovog asistenta iz Engleske. Poruka je bila slovo 'S' kodirano Morzeovom azbukom. Prijemna antena je bila žica od dvesta metara koja je bila vezana za balon. Taj momenat predstavlja rađanje oblasti radiokomunikacija. Sledeći korak u razvoju dizajna antena je napravljen na Kolumbija univerzitetu 1906. godine u kome je antena za slanje bila u obliku kaveza. Od tog trenutka možemo smatrati da počinje razvoj dizajna antena u oblasti radiokomunikacija.

U mnogim sistemima javlja se potreba za dijagramom zračenja koji ima visoku vrednost usmerenosti, potisnute bočne lobove i postavljene nule na pravcima iz kojih dolaze smetnje od drugih sistema. Dijagram zračenja može da se poboljša ukoliko međusobno povežemo nekoliko malih antena. Konfiguracija koja se sastoji od međusobno povezanih antena naziva se antenski niz. Antena u obliku antenskog niza, koji je predmet istraživanja ove disertacije, prvi put je uvedena u vojnoj industriji 1940. godine.

Dijagram zračenja antenskog niza zavisi od sledećih parametara:

- geometrije niza,
- pobude elemenata niza,
- faze elemenata niza
- rastojanja između elemenata antenskog niza.

Željeni dijagram zračenja možemo dobiti odgovarajućim izborom parametara.

Prvu numeričku metodu za dizajn antenskog niza predstavio je Schelkunoff 1943. godine. Koristeći ovu metodu možemo da odredimo dovoljan broj antena, kao i njihove pobude, u nekom antenskom nizu, tako da dobijemo dijagram zračenja sa nulama na željenim pravcima. Kod dijagrama zračenja javljaju se bočni lobovi koji predstavljaju neželjeno zračenje u neželjenim pravcima. Jedan od najvažnijih zahteva kod dizajna antenskog niza je potiskivanje vrhova bočnih lobova. Ukoliko potiskujemo bočne lobove širimo glavni snop zračenja, pa se javlja potreba da se odredi ravnoteža između potisnutog bočnog loba i širine glavnog snopa zračenja. Dolph je 1946. godine predstavio metodu koja rešava taj problem, odnosno tom metodom se dobija optimalni nivo bočnih lobova za najužu moguću širinu glavnog snopa zračenja. Ova metoda se zove Dolph-Chebyshev-ljeva metoda, jer koristi karakteristike Čebiševljevih polinoma. Metoda se koristi samo ako je rastojanje između elemenata $\lambda/2$. Riblet je 1947. godine prikazao da uz pomoć težinskih koeficijenata Dolph-Chebyshev-ljeva metoda može da se primeni i na linearni antenski niz kod koga je rastojanje između elemenata manje od $\lambda/2$. Međutim, ova metoda može

da se primeni samo za linearni antenski niz sa neparnim brojem elemenata. Pokušano je sa rešavanjem problema potiskivanjem bočnih lobova za linearni antenski niz koji nema izotopne elemente preko Dolph-Chebyshev-ljeve metode, ali problem nije rešen.

Istraživanje metoda sinteze antenskog niza po rastojanju između elemenata antenskog niza do skoro je bilo zanemareno. Razlog leži u matematičkoj kompleksnosti za pronalaženje optimalnog rešenja za poziciju i/ili vrednosti amplitude i/ili faze za elemente antenskog niza. Zahvaljujući razvoju računara od pre nekih 10-tak godina sve se veći akcenat stavlja na istraživanje metaheurističkih metoda. Metaheurističke metode polako potiskuju numeričke metode zbog utrošenog vremena za rešavanje problema. Kod numeričkih metoda vreme potrebno za pronalaženje rešenja eksponencijalno raste sa porastom elemenata antenskog niza. Pored vremena, postoji prednost i u fleksibilnosti. Optimizacione metode su veoma fleksibilne i mogu se primeniti na različite probleme dizajna antenskog niza.

Najveći nedostatak numeričkih metoda je u količini vremena koje je potrebno da se dođe do rešenja problema i što sa porastom broja promenljivih to vreme eksponencijalno raste, dok je kod metaheurističkih metoda moguće doći do dobrog rešenja u realnom vremenu. To ne znači da je dobijeno rešenje ujedno i najbolje moguće rešenje.

Za linearni antenski niz potiskivanje bočnih lobova na željenom regionu i/ili postavljanje prostornih nula možemo postići na dva načina: optimizacijom rastojanja između elemenata antenskog niza sa uniformnim pobudama ili optimizacijom pobuda elemenata niza sa uniformnim rastojanjem elemenata antenskog niza.

U radu je predložena nova metoda za rešavanje nekoliko problema sinteze linearnog antenskog niza koja koristi kombinaciju dve metaheurističke metodologije za globalnu optimizaciju. To su *scatter search* i *multistart* pristupi. Razmatra se problem minimizacije bočnih lobova pri uniformnim rastojanjima elemenata antenskog niza kod koga je pretraga vršena po amplitudi pobude. Pored ovog problema razmatran je i kompleksniji problem kod koga se traži da dijagram zračenja ima minimalni nivo bočnih lobova i uske ili široke nule na pravcima iz kojih se javljaju smetnje. U izvršenim numeričkim eksperimentima predložena metoda je pokazala veoma dobre rezultate pri poređenju sa drugim postojećim metodama.

3. OPIS SADRŽAJA (STRUKTURE DISERTACIJE) PO POGLAVLJIMA

U **prvom poglavlju** je definisan predmet i opseg istraživanja, opšti cilj, naučni cilj i praktični cilj istraživanja, Takođe je formulisan problem istraživanja i metoda koja će se koristiti.

U okviru **drugog poglavlja** je definisan pojam dijagrama zračenja, antene i antenskog niza. Takođe je definisana podela antenskog niza. Pored toga su definisane promenljive pomoću kojih se može menjati dijagram zračenja.

Struktura i karakteristike linearnog antenskog niza su predstavljeni u **trećem poglavlju**. Teorema o multiplikaciji karakteristika je definisana u prvom delu poglavlja. U okviru ovog poglavlja je definisan pojam funkcije faktor niza i navedene su njene karakteristike. Funkcija faktor niza za paran i neparan broj elemenata antenskog niza takođe su definisane, ali u nastavku rada.

Problemi globalne optimizacije u opštem slučaju su definisani u **četvrtom poglavlju**. Takođe je dat pregled metaheurističkih pristupa rešavanju ovih problema koji će se u radu kasnije koristiti.

U okviru **petog poglavlja** je navedeno i detaljno prikazano nekoliko postojećih numeričkih metoda za rešavanje problema sinteze linearnog antenskog niza.

U **šestom poglavlju** prikazana je nova metoda za rešavanje problema sinteze linearnog antenskog niza koja se zasniva na kombinaciji dva metaheuristička pristupa za rešavanje problema globalne optimizacije (*scatter search* i *multistart*). Predložena metoda je primenjena na rešavanje problema potiskivanja bočnih lobova kod linearnog antenskog niza sa uniformnim rastojanjem. Metoda je primenjena i kod problema sinteze linearnog antenskog niza sa neuniformnim rastojanjem i maksimalnim potiskivanjem bočnih lobova na datom regionu uz postavljanje uske ili široke nule na željenim mestima.

Sedmo poglavlje sadrži rezultate numeričkih eksperimenata u kojima je efikasnost nove predložene metode, primenjene na reprezentativne primere iz literature, upoređena sa postojećim metodama.

U **osmom poglavlju** su prikazana zaključna razmatranja u vezi datog problema i predložene metode, date su smernice za dalja istraživanja i pravce razvoja metode.

Struktura rada

1. Uvod
2. Antene
3. Linearni antenski niz
4. Problemi globalne optimizacije
5. Numeričke metode za rešavanje problema sinteze linearnog antenskog niza
6. Nova metaheuristička metoda za problem sinteze linearnog antenskog niza
7. Numerički eksperimenti
8. Zaključak
9. Literatura

4. POLAZNE HIPOTEZE

- Dijagram zračenja linearnog antenskog niza je moguće poboljšati primenom metaheurističkih pristupa za globalnu optimizaciju.
- Primenom predloženog algoritma moguće je doći do dobrog rešenja problema sinteze linearnog antenskog niza i to u realnom vremenu.
- Predloženi algoritam se može modifikovati za rešavanje i drugih problema sinteze antenskog niza.

5. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Da bi se uspešno realizovala ideja istraživanja i potvrdile (ili opovrgle) postavljene hipoteze, od opštih metoda istraživanja, u ovom radu se koristiti: analiza – sinteza, konkretizacija – generalizacija i indukcija-dedukcija.

Pored opštih, koriste se i posebne metode koje proizilaze iz specifičnosti postavljenog problema i cilja, kao što je kombinacija dva metaheuristička principa rešavanja. U ovoj tezi se scatter search i multistart pristupi kombinuju da bi se rešili neki problemi sinteze linearnog antenskog niza. Ovi pristupi ne garantuju optimalno rešenje, već najbolje moguće rešenje u realnom vremenu.

6. OČEKIVANI REZULTATI I NAUČNI DOPRINOS

Doprinos koji se želi ostvariti ovim radom ogleda se u sistematizaciji postojećeg znanja u oblasti sinteze linearnog antenskog niza i pronalaženju novih metoda za rešavanje problema iz ove oblasti. Shodno tome, kao očekivani rezultati doktorskog rada mogu se navesti:

- Detaljna analiza problema linearnog antenskog niza i kritički osvrt na dosadašnje rezultate istraživanja
- Razvoj nove metode za rešavanje nekih problema sinteze linearnog antenskog niza kombinacijom dva metaheuristička pristupa.
- Modifikacija predložene metode za rešavanje i drugih problema sinteze antenskog niza.

7. PREDLOG LITERATURE KOJA ĆE SE KORISTITI PRILIKOM IZRADE DOKTORSKE DISERTACIJE

Okvirna lista bibliografskih izvora koja će se koristiti prilikom izrade doktorske disertacije:

- C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1997.
- S. J. Orfanidis, *Electromagnetic Waves and Antennas*, Rutgers University, 2014.
- W. L. Stutzman, G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, Wiley, New York, 1998.
- S. A. Schelkunoff, *A mathematical theory of linear arrays*, Bell System Technical Journal, vol. 22, no.1, 1943, pp. 80-107.
- M. J. Mismar, T.H. Ismail, D.I. Abu-Al-Nadi, *Analytical array polynomial method for linear antenna arrays with phase-only control*, Int. J. Electronics and Communications, vol. 61, 2007, pp. 485-492.
- Ž. Rosić, *Antenna array synthesis for suppressed side lobe level using combination of global and local search*. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), vol. 4. no. 6, December 2014, pp. 58-61.
- Ch. Ramesh, P. Mallikarjuna Rao, *Antenna array synthesis for suppressed side lobe level using evolutionary algorithms*, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 2, 2012, pp. 235-239.
- Ž. Rosić, O. Mihić, *Comparison of results of antenna array synthesis by Dolph-Chebyshev method and GLO method*. Zbornik radova Sym-Op-Is'2015.
- L. Merad, F. Bendimerad, S. Meriah, *Design of linear antenna arrays for side lobe level reduction using the tabu search method*, The International Arab Journal of Information Technology, Vol. 5, No. 3, July 2008, pp. 219–222.
- M. Khodier, M. Al-Aqeel, *Linear and circular array optimization: A study using Particle Swarm Intelligence*, Progress in Electromagnetics Research B, Vol. 15, 2009, p. 347-373.
- V. Rajya Lakshmi, G. S. N. Raju, *Pattern Synthesis using Genetic Algorithm for Low Sidelobe Levels*, International Journal of Computer Applications, Vol. 31, No.4, 2011, pp.53-57.
- P. Wani, O. P. Acharya, *Pattern Synthesis for Linear Antenna Array Using Characteristics Evolution Optimization*, Journal of Electrical and Electronics Engineering, Vol. 4, No. 3, 2014, pp. 91-97.
- S. Shrivastava, K. Cecil, *Performance Analysis of Linear Antenna Array Using Genetic Algorithm*, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 2, No. 5, 2012, pp. 84-88.
- P. Challende, P. Cervenksa, *An new algorithm for calculating the exact Dolph-Chebyshev shading coefficients*, J. Acoustique, Vol 3. 1990, pp.189-199.
- W. H. Kummer, *Basic Array Theory*, Proceedings of the IEEE, Vol. 80. No. 1, January 1992, p.127-140.
- R. Fitzpatrick, *Maxwell's Equations and the Principles of Electromagnetism*, Infinity Science Press LLC, 2008.
- J. D. Kraus, R. J. Marhefka, *Antennas, 2nd Ed*. New York: McGraw-Hill, 2001.

- Y. Cengiz, H. Tokat, *Linear antenna array design with use of genetic, memetic and tabu search optimization algorithms*, In Progress in Electromagnetic Research C, 1, 2008, pp. 63-72.
- K. Guney, A. Akdagli, *Null steering of linear antenna arrays using a modified tabu search algorithm*, Progress in Electromagnetics Research, 33, 2001, pp. 167-182.
- M. Rattan, M. S. Patterh, B. S. Sohi, *Design of a linear array of half wave parallel dipoles using particle swarm optimization*, Progress in Electromagnetics Research M, Vol. 2, 2008, pp. 131-139.
- B. Stojanović, N. Nešković. *Analiza i sinteza SMART antenskih sistema*, Telekomunikacioni forum TELFOR 2007, novembar 20-22, 2007, pp. 757-760.
- P. J. Bevelacqua, *Antennas Arrays: Performance limits and geometry optimization*, Arizona Atate University, may 2008.
- A. Dhar, A. Senapati, J. S. Roy, *Direction of Arrival Estimation in Smart Antenna Using MUSIC and Improved MUSIC Algorithms at Noisy Environment*, International Journal of Microwaves Applications, Vol. 5, No. 2, 2016.
- M. Vujošević, *Operaciona istraživanja – Izabrana poglavlja*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- L. Liberti, *Intraduction to global optimization*, LIX, Ecole Polytechnique, Palaiseau F-91128, France, 2008.
- С. Крчевинац, М. Чангаловић, В. Ковачевић-Вујчић, М. Мартић, М. Вујошевић, *Операциона истраживања 1*, Факултет Организационих Наука, Београд, 2012.
- Z. Stanimirović: *Nelinearno programiranje*, Matematički fakultet-Univerzitet u Beogradu, 2014.
- S. Zlobec, *Nelinearno programiranje*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- H. Lebrete, S. Boyd, *Antenna Array Pattern Synthesis via Convex Optimization*, IEEE Transactions on signal processing, Vol. 45, No. 3, 1997, pp. 526-532.
- A. Leon, *A classified bibliography on optimization*, John Wiley and Sons, 1966.
- A. A. Torn *Global optimization as a combination of global and local search*, 1974.
- A. Archetti, F. Schoen *A survey on the global optimization problem: general theory and computational approaches*, Annals of Operations Research, 1, 1984, pp. 87–110.
- A. H. G. Rinnooy Kan, G. T. Timmer, *Global optimization*, Erasmus University Rotterdam, 1986
- A. Torn, A. Zilinskas, *Global Optimization*, Springer, 1989.
- С. Крчевинац, М. Чангаловић, В. Ковачевић-Вујчић, М. Мартић, М. Вујошевић, *Операциона истраживања 2*, Факултет Организационих Наука, Београд 2012.
- G. Zapfel, R. Braune, M. Bogl, *Metaheuristic Search Concept: A Tutorial with Applications to Production and Logistics*, Springer, 2009.
- F. Piefke, *Beziehungen zwischen Sehnenlangenverteilung und der Verteilung der Abstand zweier zufalliger Punkte im Eikorper*, Zeitschrift fur Wahrscheinlichkeits Theorie und verwendtl Gebiete 43, pp. 129-134.
- F. Glover, *Heuristics for integer programming using surrogate constrains*, Decision Sciences, 1977, pp. 156-166.
- M. Gendreau and J. Y. Potvin. *Handbook of Metaheuristics*, Springer, 2010.

- F. Glover, *A template for scatter search and path relinking*. Artificial Evolution (J.-K. Hao, E.Lutton, E.Ronald, M.Schoenauer, D.Snyers, eds.). Lecture Notes in Computer Science, 1363, Springer, Berlin/Heidelberg, 1998, pp. 13–54.
- R. Marti, J. Pantrigo, A. Duarte, V. Campos, F. Glover, *Scatter Search and Path Relinking: A Tutorial on the Linear Arrangement Problem*, International Journal of Swarm Intelligence Research, 2(2), 2011, pp.1-21.
- E. Hughes, T. Huang, Y. Xu, *Parallel Multistart Nonlinear Optimization with PROC OPTIMODEL*, SAS Global Forum, 2013.
- R. Marti, *Handbook of Metaheuristics: Multi-Start Methods*, International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 57, 2003, pp.355-368.
- C. Fleurent, F. Glover, *Improved constructive multi-start strategies for the Quadratic assignment problem using adaptive memory*, INFORMS Journal on Computing, 1999, pp. 198-204.
- K. Abdul Rani, M. Abd Malek, H. Siew-Chin, *Nature-inspired cuckoo search algorithm for side lobe suppression in a symmetric linear antenna array*. Radioengineering, vol. 21. no.3, 2012, pp. 865-874.
- W. Wei-Chung, F. Yang, A. Z. Elsherbeni, *Linear antenna array synthesis using taguchi's method: a novel optimization technique in electromagnetics*, IEEE Transactions on Antenna and Propagation, Vol. 55, 2007, pp. 723-730.
- F. Debbat, F. T. Bendimerad, *Radiation pattern optimization by apicalis ant algorithm for smart array antennas*, International Journal of Scientific and Engineering Research, Vol. 3, Issue 11, 2012.
- M. M. Khoder, C. G. Chistodoulou, *Linear array geometry synthesis with minimum side lobe level and null controlling using particle swarm optimization*, Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, 53, 8, 2005, pp. 2674-2679.
- E. Rajo-iglesias, O. Quevedo-Teruel, *Linear antenna array synthesis using an ant colony optimization based algorithm*, Antennas and Propagation Magazine, IEEE, 49, 2, 2007, pp. 70-79.
- L. Pappula, D. Ghosh, *Linear antenna array synthesis using cat swarm optimization*, International Journal of Electronics and Communications (AEU), 68, 2014, pp. 540-549.
- V. A. Dubendorf, *Wireless Data Technologies*, John Wiley & Sons, 2003.
- H. J. Riblet, *Discussion of Dolph's paper*, Proc. IRE, vol. 35, 1947, pp. 489-492.
- G. Sinclair and F. V. Cairns, *Optimum patterns for arrays of non-isotropic sources*, Trans. IRE, PGAP-1, 1952, pp. 50-61.
- K. Rothammel, *Antennenbuch*, Stuttgart: Franck'sche Verlagshandlung, 1991.
- <http://wireless.uzice.net/uputstva/polarizacija-radio-talasa/>

8. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu obrazloženja predložene doktorske disertacije, Komisija zaključuje da kandidat Žarko Rosić ispunjava sve uslove za izradu doktorske disertacije, predviđene Zakonom o visokom obrazovanju i Statutom Fakulteta. Prema mišljenju Komisije, tema „Metode optimizacije u problemima sinteze linearnog antenskog niza“ spada u naučno područje koje se razvija na

Fakultetu organizacionih nauka, a po predmetu istraživanja, sadržaju i očekivanim doprinosima predstavlja značajno područje istraživanja, kako sa teorijskog, tako i sa praktičnog aspekta, u oblasti Tehničkih nauka - Organizacione nauke, uže naučne oblasti Operaciona istraživanja.

Na osnovu navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Fakulteta organizacionih nauka da kandidatu Žarku Rosiću odobri izradu doktorske disertacije pod naslovom „Metode optimizacije u problemima sinteze linearnog antenskog niza“ i za mentora imenuje prof. dr Oliveru Mihić, vanrednog profesora Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 10.10.2016. godine

ČLANOVI KOMISIJE

.....
dr Olivera Mihić, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....
dr Mirjana Čangalović, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....
dr Milan Martić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....
dr Bratislav Milovanović, redovni profesor
Univerzitet Singidunum, Tehnički fakultet

.....
dr Milorad Stanojević, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Saobraćajni fakultet