

**НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Жарка Росића**

Одлуком бр. 3/9-4 од 20.06.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Жарка Росића** под насловом

**„Методe оптимизације у проблемима синтезе линеарног антенског низа“**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Жарко Росић је уписао докторске студије 2012/2013. године. Приступни рад на докторским студијама је пријавио 2015. године. Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације формирана је 28.10.2015. године, одлуком бр.3/142-8. Приступни рад је одбрањен 18.11.2015. године.

Одлука о усвајању извештаја Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације донета је 02.11.2016 године, бр. 3/150-1. Одлуком Универзитета у Београду од 21.11.2016. бр. 51206-5882/2-16 дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Жарка Росића под називом „Методe оптимизације у проблемима синтезе линеарног антенског низа“. На Наставно-научном већу Факултета организационих наука, 30.11.2016. године, одлука бр. 3/153-12 одобрена је израда дисертације кандидата Жарка Росића. За ментора је именована редовни професор др Оливера Михаић.

Ментор др Оливера Михаић је 12.06.2018. године известила Наставно-научно веће Факултета организационих наука да је Жарко Росић завршио израду докторске дисертације. Наставно-научно веће Факултета организационих наука именовало је 20.06.2018. године, одлука бр. 3/92-4, Комисију за оцену завршене докторске дисертације у саставу:

1. **др Оливера Мухић**, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитет у Београду
2. **др Милан Мартић**, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитет у Београду
3. **др Мирјана Чангаловић**, редовни професор у пензији Факултета организационих наука, Универзитет у Београду
4. **др Дејан Драјић**, ванредни професор Електротехничког факултета, Универзитет у Београду
5. **др Александар Картељ**, доцент Математичког факултета, Универзитет у Београду.

### Научна област дисертације

Докторска дисертација „Методe оптимизације у проблемима синтезе линеарног антенског низа“ припада области техничких наука, подручје организационих наука. Ужа научна област којом се бави дисертација су операциона истраживања, као и примена метода операционих истраживања за решавање проблема у области телекомуникација, тако да има мулти-дисциплинарни карактер.

Ментор дисертације, др Оливера Мухић, редовни професор Факултета организационих наука Универзитета у Београду, поседује одговарајуће компетенције за вођење дисертације у виду низа објављених научних радова у часописима међународног значаја.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

**Жарко Росић** је рођен 21.05.1988. године у Ужицу. У Ужицу је завршио основну и средњу техничку школу, смер Електротехничар електронике, са просечном оценом 4.67. Године 2007. уписао је Електротехнички факултет у Београду као редован студент. Дипломирао је у августу 2011. године, на одсеку Сигнали и системи са просечном оценом 8.11 и оценом 10 на дипломском испиту.

Мастер академске студије уписује на Електротехничком факултету у Београду 2011. године, на одсеку Сигнали и системи. Диплому Мастер инжењер електротехнике и рачунарства је стекао 2012. године, са просечном оценом 9.50 у току мастер студија и оценом 10 на завршном испиту.

У октобру 2012. године је уписао докторске академске студије на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и менаџмент, изборно подручје – Операциона истраживања. Положио је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10 (десет).

У октобру 2008. године оснива фирму CORSAIR DOO која се бави инсталацијом грејања, климатизације и аутоматиком.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Жарка Росића се бави развојем новог приступа у проблемима синтезе линеарног антенског низа. У њој су анализирани проблеми глобалне оптимизације и постојеће метахеуристичке методе које су примењиване у проблемима синтезе линеарног антенског низа. Нови приступ за решавање проблема синтезе линеарног антенског низа је базиран на комбинацији две оптимизационе претраге које се међусобно смењују.

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Жарка Росића под насловом „Методе оптимизације у проблемима синтезе линеарног антенског низа“, написана је на 65 страна и структурирана у 5 поглавља, као и дела који се односи на коришћену литературу и прилоге. Садржи 25 слика и графичких приказа, 11 табела и 79 литературних навода. Структура докторске дисертације обухвата следеће целине: анализу линеарног антенског низа, проблеме глобалне оптимизације и методе решавања и нови хеуристички приступ за решавање проблема синтезе линеарног антенског низа.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља и потпоглавља:

1. Увод
2. Анализа линеарног антенског низа
  - 2.1 Теорема о мултипликацији карактеристика
  - 2.2 Карактеристике дијаграма зрачења
  - 2.3. Оптимизациони проблеми синтезе линеарног антенског низа
3. Проблеми глобалне оптимизације и методе решавања
  - 3.1. Проблем глобалне оптимизације
  - 3.2. Методе решавања
    - 3.2.1 Multistart приступ
    - 3.2.2. Претраживање расејавањем (scatter search)
    - 3.2.3. Генетски алгоритми
    - 3.2.4. Оптимизација ројем честица
    - 3.2.5. Cat swarm оптимизација
4. Нови хеуристички приступ за израчунавање проблема синтезе линеарног антенског низа
  - 4.1. Синтеза антенског низа коришћењем комбинације две оптимизационе претраге
  - 4.2. Потискивање бочних лобова и постављање нула на жељеним правцима
    - 4.2.1. Потискивање бочних лобова и постављање нула на жељеним правцима без узајамног балансирања

#### 4.2.2. Потискивање бочних лобова и постављање нула на жељеним правцима коришћењем тежинских коефицијената

5. Закључак

6. Литература

7. Прилози (списак слика, списак табела, биографија кандидата).

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу је приказан историјски развој антена и дефинисан појам линеарног антенског низа као и проблема који се јављају при његовом формирању.

У другом поглављу је објашњен појам антене. Представљен је и линеарни антенски низ, његова структура и његове карактеристике које су битне при решавању проблема синтезе линеарног антенског низа (дијаграм зрачења, функција фактора низа, итд.). У овом поглављу се формално дефинишу оптимизациони проблеми синтезе линеарног антенског низа који се разматрају у тези.

У трећем поглављу је приказан општи проблем глобалне оптимизације и принципи његовог решавања, као и оне методе решавања које су коришћене у разматрању проблема и које су имплементиране у програмском пакету Matlab.

У поглављу четири су приказана оригинална истраживања. Разматран је проблем одређивања амплитуде побуде елемената антенског низа тако да максимум бочних лобова буде минималан. Предложена је нова метода за решавање овог проблема која је показала добре резултате при поређењу са другим постојећим методама. Поред овог проблема, разматран је и комплекснији проблем код кога се тражи да дијаграм зрачења има минимални ниво бочних лобова са уским или широким нулама на задатим правцима из којих се јављају сметње. Добијени резултати су упоређени са већ постојећим резултатима у којима су се користиле друге хеуристичке методе и установљено је да описан приступ даје боље резултате.

У петом поглављу дата су закључна разматрања и указано је на научни и стручни допринос дисертације. Идентификовани су и даљи могући правци истраживања.

Списак литературе садржи све коришћене референце.

## **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 3.1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања ове докторске дисертације је анализа линеарног антенског низа, анализа методе комбинације две претраге за синтезу линеарног антенског низа и примена представљене методе на проблеме синтезе линеарног антенског низа.

Проблем синтезе антенског низа се изучава више од пола века. Методе за синтезу антенског низа се деле у две групе: егзактне и метахеуристичке методе. Најпре су се појавиле егзактне методе, али због нелинеарности проблема ове методе се све ређе примењују.

Развојем рачунара и њихове брзине рада све се више улажу напори у истраживању метахеуристичких метода. Највећа мана егзактних метода је у дужини времена које је потребно да би се дошло до решења проблема и што са порастом броја променљивих експоненцијално расте време доласка до решења, док је код метахеуристичких метода могуће доћи до доброг решења у реалном времену.

Велика предност метахеуристичког приступа је његова флексибилност, односно може се применити на различите типове проблема уз мале промене параметара.

Тема којом се бави докторска дисертација је савремена и веома актуелна, јер даје сасвим нови приступ решавања проблема синтезе линеарног антенског низа, који се базира на комбинацији две хеуристичке методе. Презентовани приступ даје добре резултате у кратком временском року, а показао је и велики потенцијал за решавање проблема дизајна антенског низа.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је коришћена савремена и релевантна литература. Укупно је наведено 79 референци, које обухватају књиге најзначајнијих аутора и престижних издавача из ове области, радове из научних часописа и са конференција у којима су представљени резултати који су релевантни за тему дисертације.

Литература обухвата радове од старијих до савремених, јер захваљујући развоју рачунара и њихове брзине рада од пре неких десетак година све се већи акценат ставља на примену хеуристичких метода за решавање проблема синтезе линеарног антенског низа. Због стављања већег акцента на примену хеуристичких метода у протеклих неколико година јавља се све већи број објављених радова и резултата добијених применом хеуристичких метода. Многобројни резултати публиковани су у научним часописима међународног значаја (IEEE, International Journal of Electronics and Communications, ACES journal, Progress in Electromagnetic Research, Journal of Global Optimization и други), монографијама међународног значаја које су публиковали водећи светски издавачи (Springer, Wiley, McGraw-Hill и други) и презентовани су на бројним конференцијама.

У првом и другом поглављу, где је приказан историјски развој антена, цитиране су прве методе за дизајн линеарног антенског низа и коришћена је литература (*Antenna Theory: Analysis and Design* од С. А. Balanis 1997, *Electromagnetic Waves and Antennas* од S. J. Orfanidis 2014, *Antenna Theory and Design* од W. L. Stutzman, G. A. Thiele 1998 и др.) која се односи на појам линеарног антенског низа и његове карактеристике, да би се дошло до дефинисања самог проблема синтезе линеарног антенског низа. После дефинисања оптимизационог проблема, направљен је осврт на појам глобалне оптимизације при чему је коришћена релевантна литература. Општи облик хеуристичких приступа који су примењени у презентованом приступу и неколико метода са којима је приступ поређен, дати су у: *Metaheuristic Search Concept: A Tutorial with Applications to Production and Logistics* из 2009. године, *Операциона истраживања* из 2008. године, *Handbook of Metaheuristics* из 2010. године

и у многим другим часописима међународног значаја. Због употребе имплементираних функција у програмском пакету Matlab коришћени су: *Global Optimization Toolbox User's Guide* из 2015. године и *Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox* из 2015. године.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради дисертације коришћене су следеће научне методе:

- У другом поглављу су коришћене методе прикупљања информација о постојећим научним достигнућима, као и методе њихове критичке анализе ради дефинисања проблема синтезе линеарног антенског низа
- У трећем поглављу коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих оптимизационих метода
- У четвртом поглављу, у циљу добијања оригиналних резултата, коришћене су методе компарације, методе операционих истраживања и методе закључивања при анализи добијених резултата.

Резултати истраживања су презентовани текстуално, описивањем и кроз више табела, слика и дијаграма са упоредним резултатима.

Поред општих користиле су се и посебне методе које произилазе из специфичности постављеног предмета и циља као што су метахеуристичке методе. За добијање резултата коришћена је презентована метода: комбинација две глобалне претраге.

На основу анализе докторске дисертације, може се закључити да примењене научне методе и технике по свом значају и структури одговарају теми дисертације и спроведеном истраживању.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Метода комбинације две глобалне претраге је развијена у оквиру докторске дисертације у циљу решавања проблема синтезе линеарног антенског низа. За глобалну претрагу коришћена је хеуристичка метода. Хеуристичке методе полако потискују егзактне методе због утрошеног времена за решавање проблема. Код егзактних метода, време потребно за проналажење оптималног решења експоненцијално расте са порастом броја елемената антенског низа. Због комплексности проблема синтезе линеарног антенског низа, односно због решења за које се захтева да одређеним избором позиција елемената антенског низа постиже дијаграм зрачења са минималним нивоом бочних лобова и са нулама на задатим правцима из којих се јављају сметње, могуће је користити само хеуристички приступ.

Предност ове методе је и њена флексибилност, односно једноставним мењањем параметара можемо прилагодити методу одговарајућем проблему. Другим речима, уколико треба да се промени позиција жељене нуле, тада је потребно само прилагодити функцију циља.

Решавањем различитих проблема приказана је флексибилност приступа. Презентован приступ је дао веома добре резултате у свим експериментима. Због добрих резултата и флексибилности, приступ може да има широку примену у проблемима синтезе линеарног антенског низа.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу садржаја дисертације и објављених научних и стручних радова може се закључити да кандидат влада методама научних истраживања и да је способан да самостално и успешно обрађује истраживачке теме. Кроз рад на дисертацији је потврдио да је у могућности да уочи недостатке постојећих решења и да методолошки адекватно конципира истраживање да би превазишао недостатке. У дисертацији је предложен оригинални приступ, чиме се потврђује способност кандидата за даљи самосталан и оригиналан рад који као резултат даје нове квалитете. Експериментисање над проблемом, које је приказано у дисертацији, презентовано на конференцијама и у научним радовима објављеним у часописима међународног значаја, указује на свест кандидата о неопходној строгој верификацији резултата научног истраживања.

На основу наведеног, сматрамо да кандидат Жарко Росић поседује потребно знање и искуство за самосталан научни рад.

## **4. ОСТВАРЕН НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији допринос ове дисертације је развој новог приступа комбинације две глобалне претраге при решавању проблема синтезе линеарног антенског низа. Комбинација две глобалне претраге примењена је на проблем одређивања амплитуде побуде елемената антенског низа тако да максимум бочних лобова буде минималан. Поред овог проблема, разматран је и комплекснији проблем код кога се тражи да дијаграм зрачења има минимални ниво бочних лобова са уским или широким нулама на задатим правцима из којих се јављају сметње. Добијени резултати су упоређени са већ постојећим резултатима у којима су се користиле друге хеуристичке методе и установљено је да описани приступ даје боље резултате.

У складу са постављеним задацима и циљевима истраживања, као резултат рада на овој дисертацији, треба истаћи следеће најзначајније научне доприносе:

- Дефинисање оптимизационих проблема синтезе линеарног антенског низа.

- Детаљан преглед постојећих метода за решавање дефинисаног проблема.
- Извршено је идентификовање специфичних метода погодних за решавање проблема синтезе линеарног антенског низа.
- Развијена је оригинална метода оптимизације која користи комбинацију две глобалне претраге за решавање проблема синтезе линеарног антенског низа.
- Примена предложеног приступа на постојеће примере који су раније публиковани у научним часописима међународног значаја од стране других аутора и потврда да овај модел даје боље резултате.
- Потврђено је и да је предложени приступ флексибилан и да се може применити на различите проблеме синтезе линеарног антенског низа.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији разматрао примену новог приступа у проблемима синтезе линеарног антенског низа. Остварени резултати истраживања испуњавају захтеве за квалитет докторске дисертације. Поред оствареног научног доприноса, дисертација садржи резултате који су значајни за практичну примену, јер је у дисертацији развијен модел који је применљив, који је флексибилан и који омогућава употребу у проблемима синтезе линеарног антенског низа.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса је обављена кроз процес ригорозне рецензије и објављивање радова у водећим међународним часописима са високим импакт факторима. Резултате који су проистекли из рада на овој докторској дисертацији, кандидат Жарко Росић је објавио у четири рада. Два рада су објављена у часописима М23 категорије, један рад у часопису М51 категорије и један рад у зборнику конференције.

#### **Категорија М23:**

1. Žarko Rosić, Olivera Mihić, Danijela Aleksic, Dejan Drajić, *Novel Method for Optimal Synthesis of 5G Millimeter Wave Linear Antenna Array*, International Journal of Antennas and Propagation, ISSN , 2017, 10.1155/2017/6848234, IF=1.164.
2. Žarko Rosić, Olivera Mihić, *Linear Antenna Array Synthesis with Minimum Side Lobe Level and Null Controlling*, Revue Roumaine Des Sciences Techniques-Serie Electrotechnique et Energetique, ISSN: 0035-4066, 2016, IF 1.036.



## Категорија M51:

1. Ž. Rosić, O. Mihić, *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.

## Радови саопштени на скуповима међународног и националног значаја:

1. Ž. Rosić, O. Mihić, *Analiza efikasnosti proizvodnje žitarica u Srbiji*, Zbornik radova Sym-Op-Is, p. 684-688.
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.
3. Ž. Rosić, O. Mihić, *Primena job scheduling problema u organizovanju projekta*, XXI Internacionalni simpozijum iz projektnog menadžmenta YUMPA 2017, 2-4. jun 2017, Zlatibor, Srbija

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и анализе докторске дисертације под називом „Методe оптимизације у проблемима синтезе линеарног антенског низа“ кандидата Жарка Росића, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, констатује да је докторска дисертација написана према стандардима научно-истраживачког рада и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Факултета организационих наука Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, закључено је да она садржи значајне научне и стручне доприносе у области операционих истраживања.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је анализа линеарног антенског низа, његове карактеристике и дефинисање оптимизационог проблема синтезе линеарног антенског низа. У дисертацији су дефинисани појмови: главни сноп зрачења, бочни лобови и ширина главног снопа зрачења, који су били значајни при решавању оптимизационог проблема. Најзначајнији допринос ове дисертације је развој новог приступа комбинације две глобалне претраге при решавању проблема синтезе линеарног антенског низа и његова флексибилност и применљивост на друге проблеме синтезе линеарног антенског низа.

Резултати истраживања докторске дисертације објављени су у четири научна рада, од којих су два објављена у часописима међународног значаја на SCI листи, са високим импакт факторима.

С обзиром на добијене резултате, комплексност, актуелност и мултидисциплинарност обрађене теме, ова дисертација задовољава највише научне критеријуме и показује способност кандидата Жарка Росића за самосталан научно-истраживачки рад.

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука, да се докторска дисертација под насловом „**Методe оптимизације у проблемима синтезе линеарног антенског низа**“ кандидата **Жарка Росића** прихвати као успешно завршена докторска дисертација, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 04.07.2018. године

#### **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

---

**др Оливера Михаић**, редовни професор, ментор,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**др Милан Мартић**, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**др Мирјана Чангаловић**, редовни професор у пензији,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**др Дејан Драјић**, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет

---

**др Александар Картељ**, доцент,  
Универзитет у Београду, Математички факултет