

## Научном већу Института за физику у Београду

### Извештај комисије за избор др Николе Бошковића у звање научни сарадник

На основу захтева који је др Никола Бошковић поднео 17. септембра 2020. године, Научно веће Института за физику у Београду именовало нас је у комисију за избор др Николе Бошковића у звање научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу увида у рад и публикације кандидата, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

### Биографски подаци о кандидату

Никола Бошковић је рођен 1986. године у Пожеги, где је завршио основну школу и гимназију са одличним успехом. 2005. године уписао је Електротехнички факултет у Београду на коме је дипломирао 2010. године на смеру Микроталасна техника одсека Телекомуникације. Исте, 2010. године, на истом факултету, уписао је дипломске-мастер студије на модулу за Микроталасну технику, које је завршио 2011. године, са просечном оценом 9,67. У новембру 2014. године уписао је докторске студије на Електронском факултету у Нишу, на смеру Телекомуникације. Докторску дисертацију под називом “Серијски напајани планарни антенски низови са побољшаним карактеристикама” је одбранио 2020. године.

На Институту за физику у Београду је од 01.08.2012. Учествовао је на два пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја:

- ИИИ-45016 „Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“
- ТР-32052 „Истраживање и развој решења за побољшање перформанси бежичних комуникационих система у микроталасном и милиметарском опсегу фреквенција“

Главни аутор је на 23 рада укључујући по два рада категорије М21 и М24, једног рада категорије М52, једног техничког решења категорије М82 и 6 техничких решења категорије М85. Као главни аутор има 7 саопштења са међународних скупова категорије М33 и 4 саопштења са националних конференција категорије М63. Као коаутор има саопштење са међународног скупа категорије М31. Као коаутор присутан је и на три саопштења са националне конференција категорије М63 и два техничка решења категорије М85. Рецензент је многих часописа из области антена и простирања таласа укључујући *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, *IEEE Access* и Elsevier АЕУ - *International Journal of Electronics and Communications*.

Добитник је награде ЕТРАН-а за најбољи рад младог истраживача на секцији Антене и простирање 2014. године и за најбољи рад на истој секцији 2015. и 2017. године. Током студијског боравка у *Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe*, Немачка у периоду октобар-новембар 2018. године у оквиру билатералног пројекта „5G-MultiScan“ развио је планарни антенски низ на W-опсегу за потребе милиметарског радара.

## Преглед научне активности кандидата

Кандидат се у току свог рада на Институту бавио теоријским и практичним аспектима пасивних микроталасних компоненти. Његов рад је подељен у више фаза: полазећи од теоријских модела, преко нумеричког електромагнетског модела, па до практичне реализације и верификације решења кроз експеримент. Крајњи циљ сваког проблема којим се бавио је добијање практичног решења које је знатно боље од тренутно постојећих.

Конкретан допринос кандидата је:

- Развој нових побољшаних микроталасних штампаних фазних шифтера који омогућавају флексибилну контролу фазног помераја линеарно са променом фреквенције. Развијено је више решења у зависности да ли се захтева брза или спора промена фазе у складу са променом фреквенције. Развијени су и *left-handed* и *right-handed* типови шифтера.
- Развој нових зрачећих елемената у форми пентагоналних дипола који имају огроман опсег импедансе. Развијен је теоријски модел за урачунавање губитака унетих фазним шифтерима у линеарне антенске низове. Нови пентагонални диполи су искоришћени за имплементацију расподеле снаге модификоване са новим теоријским моделом. Добијени низ омогућава стабилно потискивање бочних лобова у целом радном опсегу.
- Развијен је теоријски модел нове *patch*-антене посебно прилагођене за серијске линеарне антенске низове. Развијена је нова расподела снаге која омогућава ниске бочне лобове у значајно већем радном опсегу од постојећих. За развој антенског низа употребљен је нови метод ко-симулације који комбинује брзину чисто теоријског модела и прецизност пуне 3D нумеричке електромагнетске симулације. Реализовани антенски низ има усмерен и стабилан дијаграм зрачења са ниским бочним лобовима у широком опсегу.

Развијени модели су реализовани у техници фотолитографије. У складу са тиме испитивана су ограничења технологије, нарочито у погледу толеранција, што је коришћено при изради филмова за штампу модела. По прављењу прототипа кандидат је приступио конструисању апаратуре за мерење и повезивању са векторским анализатором мрежа.

Резултати добијени експериментом су поређени са теоријским моделима и обликовани у научне публикације, од којих су две у категорији M21:

1. **N. Boskovic**, B. Jokanovic, M. Radovanovic and N. S. Doncov, "Novel Ku-Band Series Fed Patch Antenna Array with Enhanced Impedance and Radiation Bandwidth," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 66, no. 12, pp. 7041–7048, Dec.2018. (DOI:10.1109/TAP.2018.2874515 ), M21, IF2018=4,435.
2. **N. Boskovic**, B. Jokanovic and M. Radovanovic, "Printed Frequency Scanning Antenna Arrays with Enhanced Frequency Sensitivity and Sidelobe Suppression", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 65, no. 4, pp. 1757–1764, April 2017. (DOI:10.1109/TAP.2017.2670528), M21, IF2017=4,130.

# Елементи за квалитативну оцену научног доприноса кандидата

## 1. Квалитет научних резултата

### 1.1.1. Значај научних резултата

Антене чине основу сваког телекомуникационог система данашњице, као интерфејс за пренос информација на даљину. Поред преноса информација, друга важна улога антена је у могућности да детектују рефлектовани сигнал од објекта чијом обрадом се могу добити информације о правцу и смеру кретања, брзини, величини, па чак и материјалу од кога је објекат направљен. Најмасовнија експанзија савремених антена десила се развојем преносних комуникационих уређаја попут мобилних телефона, лаптопова, GPS терминала. Ови уређаји довели су до потребе за даљим развојем антенских система који би задовољили захтеве за уређајем малих димензија, ниске потрошње, веома мале цене и могућности за масовну производњу. Планарне штампане антене задовољавају све ове услове и поред тога представљају класу антена са практично неограниченим могућностима у погледу варијација облика и зрачећих карактеристика. Ипак њихова највећа предност је што се могу направити веома јефтино и брзо у великим количинама. Због свега овога планарне штампане антене су убедљиво најпопуларнија класа антена у историји.

*Patch*-антене су најједноставнији и најпопуларнији представници штампаних антена. Њихова највећа мана је што су веома ускопојасне тј. имају радни опсег од око 3%. У оригиналном доприносу кандидата развијена је *patch*-антена посебно намењена за употребу у серијским антенским низовима. Низ је конфигурисан да има одличне карактеристике у целом радном опсегу од 10,3%, што је знатно боље од постојећих решења.

Велики изазов у комерцијалним радарским сензорима је проналажење јефтиног решења за мерење угла и позиције. Комбинацијом континуалног фреквенцијски модулисаног радара (FMCW) и фреквенцијски скенирајуће антене може се добити информација о углу и позицији коришћењем минимума активних компоненти и дигиталне обраде сигнала. Ови системи зависе од доступности јефтених фреквенцијски скенирајућих антена. Велики проблем код антена са фреквенцијским скенирањем је што са променом фреквенције елементи мењају своје карактеристике што доводи до великих деформација дијаграма зрачења. У оригиналном доприносу кандидата развијени су чисто планарни фреквенцијски шифтери са стабилним карактеристикама у целом радном опсегу. Као зрачећи елементи развијени су посебно прилагођени диполи са огромним опсегом импедансе. Развијен је алгоритам за урачунавање ефеката губитака у расподелу снаге што омогућава потискивање бочних лобова у целом радном опсегу.

Кандидат се у току досадашњег рада бавио теоријским истраживањем, моделовањем и реализацијом микроталасних компоненти. Његова ужа специјалност су штампани антенски низови. У току свог рада развио је више нових електромагнетских модела фазних шифтера, зрачећих елемената и мрежа за расподелу снаге. Свако од развијених решења је прво верификовано кроз 3D електромагнетску нумеричку симулацију, а затим и практично кроз експеримент. Као први аутор, публиковао је два рада у

најбољем светском часопису посвећеном искључиво антенама и простирању таласа, који је класификован као врхунски међународни часопис.

### 1.1.2. Параметри квалитета часописа

Два рада у врхунском међународном часопису *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* (ИФ2017 = 4,413; ИФ2018 = 4,435; СНИП2019 = 2,152)

	ИФ	М	СНИП
Укупно	8,565	16	4,304
Усредњено по чланку	4,482	8	2,152
Усредњено по аутору	2,485	4,667	1,255

### 1.1.3. Подаци о цитираности

Према подацима Scopus-а радови Николе Бошковића су цитирани 44 пута, 40 пута без само-цитата. H-index је 4.

### 1.1.4. Међународна сарадња

Кандидат је учествовао у билатералном пројекту са *Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe*, Немачка (2018-2019) под називом “5G-MultiScan”, као главни истраживач, у оквиру којег је развио антенски низ за милиметарски радар на W-опсегу.

## 2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови кандидата су или експериментални са мање од 7 аутора, или укључују нумеричке симулације и имају мање од 5 аутора. У складу са тиме радови се рачунају са пуном тежином.

## 3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је учествовао на следећим пројектима МПНТР:

- ИИИ-45016 „Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“
- ТР-32052 „Истраживање и развој решења за побољшање перформанси бежичних комуникационих система у микроталасном и милиметарском опсегу фреквенција“

## 4. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидата се огледа у броју цитата који су наведени. О значају резултата говори да је један рад у М21 часопису цитиран 14 пута на основу базе Scopus, од тога већином у водећим светским часописима.

## 5. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова

Кандидат је своје активности спроводио на Институту за физику у Београду. У великој већини својих радова је први аутор и у њима је дао кључни допринос. Полазећи од теоријских модела, преко конструкције и симулације нумеричких електромагнетских

модела, до реализације експеримента, писања радова и комуникације са едиторима и рецензентима као кореспондирајући аутор.

## 6. Рецензије научних радова

Кандидат је дугогодишњи рецензент водећих светских часописа из области антена и простирања таласа и електромагнетике. Неки од њих су: *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, *IEEE Access*, *Elsevier AEÜ - International Journal of Electronics and Communications*. Кандидат има 15 верификованих рецензија преко сервиса Publons (Web of Science).

## ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ АНАЛИЗУ НАУЧНОГ РАДА

### Остварени М-бодови по категоријама публикација

Категорија	М-бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М-бодова	Нормиран број М-бодова
M21	8	2	16	16
M24	2	2	4	4
M31	3,5	1	3,5	3,5
M33	1	7	7	7
M52	1,5	1	1,5	1,5
M63	1	7	7	7
M70	6	1	6	6
M82	6	1	6	6
M85	2	8	16	16

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научни сарадник

	Неопходно	Остварено(Нормирано)
Укупно	16	67
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	30,5
M11+M12+M21+M22+M23	6	16

## СПИСАК ОБЈАВЉЕНИХ РАДОВА

број индексираних хетероцитата = БХЦ

Рад у врхунском међународном часопису (M21)

1. **N. Boskovic**, B. Jokanovic, M. Radovanovic and N. S. Doncov, "Novel Ku-Band Series Fed Patch Antenna Array with Enhanced Impedance and Radiation Bandwidth," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 66, no. 12, pp. 7041–7048, Dec.2018. (DOI:10.1109/TAP.2018.2874515 ), БХЦ = 4
2. **N. Boskovic**, B. Jokanovic and M. Radovanovic, "Printed Frequency Scanning Antenna Arrays with Enhanced Frequency Sensitivity and Sidelobe Suppression", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 65, no. 4, pp. 1757–1764, April 2017. (DOI: 10.1109/TAP.2017.2670528), БХЦ = 12

Рад у националном часопису међународног значаја (M24)

1. **N. Boskovic**, B. Jokanovic, V. Markovic, "Frequency Scanning Antenna Arrays with Metamaterial Based Phased Shifters," *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, vol. 32, no. 3, pp. 449-461, September 2019. (DOI: 10.2298/FUEE1903449B)
2. **N. Bošković**, B. Jokanović, A. Nešić, "Frequency Scanning Antenna Arrays with Pentagonal Dipoles of Different Impedances", *Serbian Journal Of Electrical Engineering*, vol. 12, no. 1, pp. 99-108, February 2015.(DOI: 10.2298/SJEE1501099B)

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31)

1. B. Jokanovic, V. Milosevic, M. Radovanovic and **N. Boskovic**, "Advanced Antennas for Next Generation Wireless Access", *TELSIKS 2017*, Nis, Serbia, October 18-20, 2017. pp. 87-94. (DOI: 10.1109/TELSKS.2017.8246235), БХЦ = 2

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. **N. Bošković**, B. Jokanović, N. Dončov, "Mikrostrip antena na 17 GHz sa reaktivno opterećenim patch-evima", *ETRAN 2016*, Zlatibor, 13-16. jun 2016. pp. MT1.4.1-MT1.4.4.
2. **N. Boskovic**, B. Jokanović, Franco Oliveri and Dario Tarchi, "Štampani antenski niz za FMCW radar na Ku opsegu", *ETRAN 2015*, Srebrno jezero, 8-11. jun 2015. pp. AP1.1-AP1.5
3. **N. Boskovic**, B. Jokanovic, Franco Oliveri and Dario Tarchi, "High Gain Printed Antenna Array for FMCW Radar at 17 GHz", *TELSIKS 2015*, Nis, Serbia, October 14-17, 2015. pp. 164-167, (DOI: 10.1109/TELSKS.2015.7357760 ), БХЦ = 7
4. **N. Boskovic**, B. Jokanovic and A. Nestic, "Frequency Scanning Antenna Array with Enhanced Side lobe Suppression", *Metamaterials 2014*, Copenhagen, Denmark, 25-30. August 2014. pp. 67-69, (DOI: 10.1109/MetaMaterials.2014.6948597), БХЦ = 3
5. **N. Boskovic**, B. Jokanovic and A. Nestic, "Printed Scanning Antenna Array with SRR Phase Shifters", *Metamaterials 2013*, Bordeaux, France, 16-21. September 2013. pp. 118-120, (DOI:10.1109/MetaMaterials.2013.6808972), БХЦ = 6
6. **N. Boskovic**, B. Jokanovic and A. Nestic, "Compact Frequency Scanning Antenna Array with SRR Phase Shifters", *TELSIKS 2013*, Nis, Serbia, October 16-19. 2013. pp. 437-439, (DOI:10.1109/TELSKS.2013.6704415), БХЦ = 1
7. **Никола М. Бошковић**, Дејан В. Тошић и Милка М. Потребих, "Моделовање вишеслојних структура програмом WIPL-D AW Modeler", *TELFOR 2011*, Београд, 22-24. новембар 2011. pp. 1360-1363, (DOI: 10.1109/TELFOR.2011.6143806)

Рад у истакнутом националном часопису (M52)

1. **N. Boskovic**, B. Jokanovic, Franco Oliveri and Dario Tarchi, „Highly Directive Patch Antenna Array for FMCW Radar at Ku Band“, *Microwave Review*, Vol. 21, No. 2, December 2015. pp. 14-18, БХЦ = 1

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. B. Milošević, B. Jokanović, M. Radovanović, **N. Bošković**, "Prikupljanje i konverzija RF energije u širokom frekvencijskom opsegu", *ETLAN 2018*, Palić, 11–14 Jun, 2018. pp. 330-333
2. **N. Bošković**, B. Jokanović, V. Marković, "Modifikovana peč antena sa proširenim opsegom rada", *ETLAN 2017*, Kladovo, 05-08. jun 2017. pp. AP1.5.1-AP1.5.4
3. J. Mišić, **N. Bošković**, B. Jokanović, V. Marković, "Antenski niz sa cirkularnom polarizacijom za radarske sisteme na 24 GHz", *ETLAN 2017*, Kladovo, 05-08. jun 2017. pp. MT1.1.1-MT1.1.5
4. **N. Bošković**, B. Jokanović i A. Nešić, "Frekvencijski skenirani antenski nizovi sa neuniformnom amplitudskom raspodelom", *ETLAN 2014*, Vrnjačka Banja, 2-5. jun 2014. pp. AP1.2.1-4
5. **N. Bošković**, B. Jokanović i A. Nešić, "Frekvencijski skeniran antenski niz sa SRR faznim šifterima", *ETLAN 2013*, Zlatibor, 3-6. jun 2013. pp. MT1.1.1-3
6. M. Ilić i **N. Bošković**, "Poređenje karakteristika štampanih bow-tie dipola sa dipolima petougaoznog oblika", *ETLAN 2012*, Zlatibor, 11-14. jun 2012. pp. MT4.3.1-4
7. **N. Bošković**, "Niskopropusni filter za GSM multiplekser sa malim gubicima i vrlo visokim ПЗ", *ETPAH 2012*, Златибор, 11-14. јун 2012. pp. MT5.4.1-4

Одбрањена докторска дисертација (M70)

- **N. Bošković**, "Serijski napajani planarni antenski nizovi sa poboljšanim karakteristikama", Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu, 2020.

Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (M82)

1. **Никола Бошковић**, др Бранка Јокановић, "Штампани антенски низ са великим појачањем за FMCW радар на Ки опсегу", 2015.

Ново техничко решење (није комерцијализовано) (M85)

1. М. Радовановић, Б. Јокановић, **Н. Бошковић**, "Аутоматска метода за мерење дијаграма зрачења антена помоћу анализатора мреже Anritsu VNA ME7838A", 2017.
2. Милош Радовановић, др Бранко Буквић, **Никола Бошковић**, др Милан Илић, др Бранка Јокановић, Синиша Тасић, „Метод за моделовање коаксијалних балуна код ВХФ појачавача снаге у микрострип технологији”.
3. **Н. Бошковић**, Б. Јокановић, М. Радовановић, "Симфазни антенски низ са идентичним широкопојасним печевима и радним опсегом од 15.6 GHz до 17.3 GHz", 2017.
4. **Никола Бошковић**, Бранка Јокановић, Милош Радовановић, "Антенски низ на Ки опсегу са широкопојасним patch антенама", 2016.
5. **Никола Бошковић**, Бранка Јокановић, Милош Радовановић, "Планарни антенски низ са проширеним опсегом скенирања", 2016.
6. **Никола Бошковић**, др Бранка Јокановић, др Александар Нешић, "Антенски низ са проширеним опсегом скенирања и пентагоналним диполима различитих импеданси", 2015.
7. **Никола Бошковић**, др Бранка Јокановић, др Александар Нешић, "Скенирани антенски низ са пентагоналним диполима и неуниформном амплитудском расподелом", 2014.

8. **Н. Бошковић**, Б. Јокановић, А. Нешић, “Antenski niz na X-opsegu sa frekvencijskim skeniranjem pomoću faznih pomerača sa split-ring rezonatorima”. 2013.



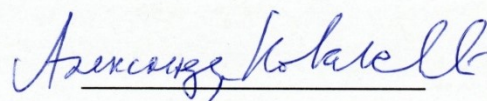
## Закључак и предлог

Др Никола Бошковић у потпуности испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача. Током рада на докторској дисертацији показао је изузетну способност за научноистраживачки рад остварио је оригиналне и међународно запажене резултате, што укључује и два рада у часописима М21 категорије.

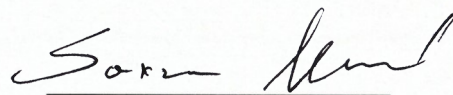
Имајући у виду квалитет његовог научноистраживачког рада и достигнут степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Николе Бошковића у звање научни сарадник.

Београд, 13. октобар, 2020.

Чланови комисије:



др Александер Ковачевић  
Виши научни сарадник  
Институт за физику у Београду



др Ненад Сакан  
Научни сарадник  
Институт за физику у Београду



проф. др Небојша Дончов  
Редовни професор  
Електронски факултет у Нишу