

Назив института који подноси захтев: **Институт за физику у Београду**

## РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

### I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: Саша Ћирковић

Година рођења: 1961.

ЈМБГ: 1105961791413

Назив институције у којој је кандидат запослен: Институт за физику у Београду

Дипломирао: година: 1989. факултет: Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Србија

Магистрирао: година: 2001. факултет: Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Србија

Докорирао: година: 2009. факултет: Електротехнички факултет Универзитета у Београду, Србија

Постојеће научно звање: научни сарадник

Научно звање које се тражи: научни сарадник

Област науке у којој се тражи звање: природно-математичке науке

Грана науке у којој се тражи звање: физика

Научна дисциплина у којој се тражи звање: електромагнетика

Назив матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за физику

### II Датум избора-реизбора у научно звање:

Научни сарадник: 28. фебруар 2018.

### III Научно-истраживачки резултати (прилог 1 и 2 правилника):

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

	број		вредност	укупно*
M13 =	1	x	7	= 7 (7)

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја, научна критика; уређивање часописа (M20):

	број		вредност	укупно*
M21a =	3	x	10	30 (19,64)
M21 =	12	x	8	96 (85,11)

M22 =	3	x	5	15 (15)
M23 =	1	x	3	3 (1,875)

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број		вредност	укупно*
M33 =	1	x	1	1 (0,96)
M34 =	7	x	0,5	3,5 (3,204)

5. Радови у часописима националног значаја (M50):

	број		вредност	укупно*
M52 =	1	x	1,5	1,5 (1,5)

6. Техничка решења (M80)

	број		вредност	укупно*
M84 =	1	x	3	3 (3)

\* у колони укупно су у загради дати нормирани бодови у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача

## IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1. Правилника):

### 1. Квалитет научних резултата

#### 1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

У свом досадашњем раду кандидат је остварио научни допринос у области акцелераторске физике и у мултидисциплинарним истраживањима о утицају електромагнетног поља на живи свет. Од 27 радова категорије  $M_{20}$  кандидат је објавио 3 рада категорије  $M_{21A}$ , 15 радова категорије  $M_{21}$ , 3 рада категорије  $M_{22}$ , 2 рада категорије  $M_{23}$  и 4 рада категорије  $M_{24}$ . Такође, треба истаћи да је кандидат коаутор једног патента категорије  $M_{92}$  и четири техничка решења из категорије  $M_{80}$ . Од последњег избора у звање научни сарадник кандидат је објавио 1 рад категорије  $M_{13}$ , 3 рада категорије  $M_{21A}$ , 12 радова категорије  $M_{21}$ , 3 рада категорије  $M_{22}$ , по један рад из категорија  $M_{23}$  и  $M_{52}$ , два рада из категорије  $M_{33}$ , седам радова из категорије  $M_{34}$  и једно техничко решење  $M_{84}$ . С друге стране од последњег реизбора у поменуто звање објавио је 1 рад категорије  $M_{13}$ , 2 рада категорије  $M_{21A}$ , 3 рада категорије  $M_{21}$ , 2 рада категорије  $M_{22}$ , један рад из категорије  $M_{23}$ , и 3 рада категорије  $M_{34}$ .

Из области акцелераторске физике Комисија издваја два рада категорије  $M_{21}$  објављена у часопису *IEEE Transactions on Nuclear Science*:

**Saša Ćirković**, Jasna L. Ristić-Djurović, Andjelija Ž. Ilić, *Member, IEEE*, Velibor Vujović, and Nebojša Nešković, “Comparative analysis of methods for isochronous magnetic field calculation,” *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Dec. 2008, vol. 55, no. 6, part 2, pp. 3531–3538.  
(ISSN: 0018-9499, DOI (identifier)10.1109/TNS.2008.2005498)

**Saša Ćirković**, Jasna L. Ristić-Djurović, Alexey S. Vorozhtsov, Andjelija Ž. Ilić, *Member, IEEE*, and Nebojša Nešković, “Method for fine magnet shaping in cyclotrons,” *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Oct. 2009, vol. 56, issue 5, part 2, pp. 2821–2827.  
(ISSN: 0018-9499, DOI (identifier)10.1109/TNS.2009.2027235)

У првом раду кандидат је за израчунавање изохроног магнетног поља користио две своје нове методе и показао предности у односу на већ устаљену тзв. Гордонову процедуру којом су израчунавана изохрона магнетска поља почев од осамдесетих година прошлог века. Изохронизам ових нових метода се показао бољи и од изохронизма модификоване Гордонове процедуре коју је сам кандидат побољшао. Поред изохронизма као стандардног критеријума квалитета уведена је и остваривост, односно могућност реализације израчунатог поља у реалном акцелератору, као додатни критеријум за процену квалитета израчунатих изохроних поља. Осим овога, нова метода за фино обликовање полова

циклотронског магнета, приказана у другом раду је не само бржа и ефикаснија од досадашњих метода, него је за разлику од њих сасвим одређена и применљива на све типове обликовања полова циклотрона различитих врста.

Из области утицаја статичког и споро променљивог електромагнетског поља на живи свет најзначајнији радови су:

Jasna. L. Ristić-Djurović, Slavica S. Gajić, *Student Member, IEEE*, Andjelija Ž. Ilić, *Member, IEEE*, Nebojša Romčević, Drago M. Djordjevich, Silvio R. De Luka, Alexander M. Trbovich, Vesna Spasić Jokić, and **Saša Ćirković**, “Design and Optimization of Electromagnets for Biomedical Experiments With Static Magnetic and ELF Electromagnetic Fields,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, June 2018, Vol. 65, No. 6, pp. 4991–5000. (ISSN: 0278-0046, DOI (identifier) 10.1109/TIE.2017.2772158)

Ivan D. Milovanovich, **Saša Ćirković**, Silvio R. De Luka, Drago M. Djordjevich, Andjelija Ž. Ilić, Tamara Popović, Aleksandra Arsić, Danilo D. Obradović, Dejan Oprić, Jasna L. Ristić-Djurović, and Alexander M. Trbovich, “Homogeneous Static Magnetic Field of Different Orientation Induces Biological Changes in Subacutely Exposed Mice,” *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 23, No. 2, pp. 1584–1597, Jan 2016, ISSN: 0944-1344 DOI: 10.1007/s11356-015-5109-z. IF=2.828, 54/221 Environmental Sciences.

У првом раду из ове области кандидат је пројектовао и прорачунавао облик, положај, величину и изводљивост додатних навоја соленоида како би обезбедио што већу просторну хомогеност магнетског поља у унутрашњости соленоида. Модификацијом соленоида смањена је до 10 пута променљивост поља унутар њега. Такође, једна од вредности овога рада је могућност скалирања, тј. могуће је направити оптимални соленоид од најмањих до највећих димензија са тачно дефинисаном дужином и дебљином главних и помоћних намотаја уз задовољење минималне потрошње електричне енергије. Резултати прорачуна потврђени су мерењем на прототипу модификованог соленоида са додатним намотајима у чијој изради је кандидат лично учествовао, а што је био неопходан услов за публикавање у часопису *IEEE Transactions on Industrial Electronics* високог импакт фактора IF= 7.168, 12/262 у области *Engineering, Electrical & Electronic*. Рад је цитиран без самоцитата свих аутора 11 пута.

Резултати из другог рада из мултидисциплинарне области на коме кандидат дели прво ауторство имају веома велики значај јер указују, не само да магнетно поље утиче на хематолошке параметре код мишева, него да утицај зависи и од оријентације статичког магнетног поља. У склопу овог рада кандидат је морао да прорачуна струје главних и трим намотаја да би обезбедио високу хомогеност и одговарајућу јачину магнетског поља у одређеној области долине Циклотрона ВИНСИ за позиционирање кавеза са мишевима. У ту сврху је користио сопствене

програмске пакете за прорачун изохроног магнетског поља. Рад је цитиран без самоцитата свих аутора 18 пута.

### **1.2 Параметри квалитета часописа**

Кандидат др Саша Ћирковић је до сада објавио 3 рада категорије  $M_{21A}$ , 15 радова категорије  $M_{21}$ , 3 рада категорије  $M_{22}$ , 2 рада категорије  $M_{23}$  и 4 рада категорије  $M_{24}$ .

У категорији  $M_{21A}$  објавио је 2018. године рад у часопису *IEEE Transactions on Industrial Electronics*  $IF = 7.168$ , а  $SNIP = 3.18$  у области Engineering, Electrical & Electronic и спада у првих 14 од 266 часописа. Друга два рада из исте категорије публиковани су у часопису *International Journal of Radiation Biology* 2016. и 2018. године са импакт факторима 1.93 и 1.88 ( $SNIP = 0.75$  и  $0.76$ ) респективно.

Од 15 радова у категорији  $M_{21}$  9 радова је објављено у часопису *IEEE Transactions on Nuclear Science* са импакт фактором 2.518 (2009); 1.497 (2008); 1.455 (2012. и 2013). Одговарајуће  $SNIP$  вредности су 1.48; 1.43; 1.44 и 1.56.

### **1.3 Позитивна цитираност научних радова кандидата**

Према подацима из базе SCOPUS др Саша Ћирковић је цитиран 182 пута, од чега без само цитата свих аутора 96 пута. Хиршов индекс је  $h = 6$  ако се изузму сви аутоцитати, а  $h = 8$  ако се узму у обзир сви цитати.

### **1.4 Додатни библиометријски показатељи**

Табела библиометријских показатеља:

	<b>IF</b>	<b>M</b>	<b>SNIP</b>
Укупно	49.478	145.628	29.160
Усредњено по чланку	2.249	6.619	1.325
Усредњено по аутору	0.952	2.801	0.561

### **1.5 Међународна сарадња**

Своју научну каријеру др Саша Ћирковић је започео, и највећи део провео, као члан тима који је градио Акцелераторску инсталацију ТЕСЛА бавећи се прорачуном, мерењем и обрадом резултата мерења изохроног магнетног поља. Током тог периода успостављена је веома чврста међународна научна сарадња са Лабораторијом нуклеарних реакција и Лабораторијом нуклеарних проблема Обједињеног института за нуклеарна истраживања у Дубни, у Русији. Сарадња се одвијала како у Дубни, тако и у Београду, а кандидат је у том периоду укупно провео око пола године у Русији. Поред већег броја дво- и једно-недељног боравка у Дубни, др Саша Ћирковић је најдуже провео три, односно месец дана.

### **1.6 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Кандидат показује велику самосталност у раду као и тимски дух приликом реализације радова како са колегама из исте и сродних области, тако и са колегама из других области. Добитник је захвалнице за дугогодишњу сарадњу и публикавање већег броја радова са професорима Медицинског факултета Универзитета у Београду.

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

У мултидисциплинарним областима су спојене, на први поглед, неспојиве групе истраживача. Директна последица тога су публиковани радови са великим бројем аутора.

Од последњег реизбора у фебруару 2018. године кандидат је са колегама са Медицинског факултета објавио један рад из категорије  $M_{13}$ , који није нормиран и 2 рада категорије  $M_{21A}$ , који нормирано имају укупно 13,393 бодова. Од 3 рада категорије  $M_{21}$  два рада су нормирана, а један није са укупним бројем бодова 19,67. У категорији  $M_{22}$  кандидат је публиковао два експериментална рада са шест, односно седам коаутора тј. радови нису нормирани. Један рад из категорије  $M_{23}$  је нормиран; 1,875 бодова.

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

Кандидат је више од двадесет година учествовао у изградњи Циклотрона ВИНСИ у склопу Акцелераторске инсталације Тесла која се градила у Институту за нуклеарне науке Винча. У оквиру феромагнетске структуре Циклотрона ВИНСИ руководио је са два веома важна и одговорна пројектна задатка:

- Мерење магнетног поља у процесу изохронизације и шимовања магнета Циклотрона Винси;
- Мапирање магнетног поља Циклотрона ВИНСИ.

У процесу изохронизације и шимовања магнета потребно је остварити магнетно поље са прецизношћу од  $10^{-4}$  Т, тј реда *gauss*-а у пољу интезитета од 1,2 до 2,7 Т у зависности од јачине побудне струје главних калемова. С друге стране мерење магнетног поља је од круцијалне важности за изохронизацију магнета и представља последњи корак у процесу шимовања магнета који потврђује или демантује резултате прорачуна магнетног поља, коначни профил, машинску обраду и монтажу сектора циклотрона. Овде посебно треба истаћи допринос кандидата у откривању и минимизацији утицаја систематске грешке мерења мерног система која је приказана у раду *Minimization of the Measurement Errors Induced by the Cyclotron Magnetic Field Measurement System*, категорије  $M_{21}$ .

По престанку финансирања изградње АИ Тесла кандидат је учествовао на пројектима Физика и хемија са јонским сноповима, број III45006 и Оптиелектронски нанодимензиони системи – пут ка примени, број III 45003

Министарства науке, просвете и технолошког развоја. Кандидат је учествовао и на пројекту *Continuous inactivation and removal of SARS-CoV-2 in indoor air by ionization финансираног од Фонда за науку Републике Србије*.

#### **4. Утицај научних резултата**

Значај научних резултата кандидата се види пре свега кроз његову цитираност како у области акцелератоске физике и технологија тако и у мултидисциплинарним областима. Кандидат је цитиран 96 пута без самоцитата свих аутора и то је већ наведено у тачки 1.3.

#### **5. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

У поглављу 1.1 већ је речено о конкретном доприносу кандидата у четири његова најзначајнија рада. Др Саша Ћирковић као коаутор у свим акцелераторским радовима дао је кључан допринос генеришући одговарајуће изохроне мапе магнетског поља неопходне за прорачун динамике јонских снопова, како у циклотрону тако и у другим акцелераторским уређајима. С друге стране у мултидисциплинарним радовима кандидат је осим прорачуна одговарајућих магнетских поља морао и да обезбеди иста ради извођења експеримената. Такође, учествовао је у дискусији резултата, писању радова, комуникацији са рецензентима и едиторима.

#### **6. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

##### **6.1 Рецензије научних радова**

Кандидат је више пута био рецензент у два водећа међународна часописа у области нуклеарних наука, као и часопису категорије M<sub>24</sub> из исте области:

- *IEEE Transactions on Nuclear Sciences*, ISSN 0018-9499
- *Nuclear Instruments and Methods in Physics, Section A*, ISSN 0168-9002
- *Nuclear Technology & Radiation Protection Journal*

##### **6.2 Организација научних скупова**

Током изградње Акцелераторске инсталације Тесла високо стручан међународни комитет *TESLA Advisory Committee* је надзирао, оцењивао изградњу, као и давао препоруке за даљу изградњу инсталације. У том периоду је организовано више од петнаест Информационих састанака међународног комитета са члановима тзв. Тесла тима. Кандидат је учествовао у организацији ових састанака.

##### **6.3 Предавања по позиву на међународним конференцијама**

Др Саша Ћирковић је коаутор једног предавања по позиву на Шестој међународној конференцији Нуклеарног друштва Србије:

J.L. Ristić-Djurović, S. Ćirković, A.Ž. Ilić, Đ. Košutić and N. Nešković, "Some Contributions of the TESLA Team to Accelerator Physics and Technologies", invited paper IP.C1., Book of Abstracts of CoNuSS 2008, September 22-25, 2008, pp. 25-26.

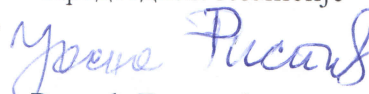
## **V Оцена Комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем:**

У периоду од избора у звање научни сарадник др Саша Ћирковић бавио се научним радом у области акцелераторске физике и биофизике и то управљањем јонским сноповима уз помоћ магнетног и електромагнетног поља односно утицајем статичког магнетног поља на живи свет. Аутор је програмског пакета ВИНМАГ – за анализу и израчунавање магнетног поља. Од низа програмских пакета који су се користили у пројектовању Циклотрона ВИНСИ ово је један од само два домаћа. Учествовао је у пројектовању једнако наелектрисаног електростатичког квадрупола и електромагнета са комбинованом фокусирајућом и скретном функцијом, као и дизајнирању и модификацији соленоида којим је постигнута скоро 10 пута боља просторна хомогеност магнетског поља. Објавио је преко 90 радова у међународним и домаћим часописима и на конференцијама. Од последњег реизбора у звање научни сарадник објавио је 1 рад категорије  $M_{13}$ , 2 рада категорије  $M_{21A}$ , 3 рада категорије  $M_{21}$ , 2 рада категорије  $M_{22}$ , 1 рад из категорије  $M_{23}$ , и 3 рада категорије  $M_{34}$ . Рецензент је у два врхунска међународна часописа. Има један патент, коаутор је једног предавања по позиву и цитиран је 96 пута без само цитата свих аутора. Хиршов индекс је  $h = 6$  ако се изузму сви аутоцитати. Кандидат је де факто био ментор на изради докторске дисертације др Славице Гајић *Пројектовање, метеоролошка анализа и оптимизација соленоида у сврху хомогенизације електромагнетског поља за биомедицинске експерименте* одбрањене 17. децембра 2021. на Факултету техничких наука у Новом Саду. Руководио је извршењем два пројектна задатка на пројекту Министарства.

На основу квантитативне и квалитативне анализе укупног научног доприноса др Саше Ћирковића, Комисија сматра да је кандидат испунио како квантитативне тако и квалитативне услове за реизбор у научно звање *научни сарадник*.

Београд, 22. септембар 2022.

Председник Комисије



др Јасна Ристић-Ђуровић

научни саветник, Институт за физику



**МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ  
ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА**

**За природно-математичке и медицинске струке**

Диференцијални услов - од првог избора у претходно звање до избора у звање	Потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно XX=	Остварено (Нормирано*)
<b>Научни сарадник</b>	Укупно	<b>16</b>	<b>158 (136,79)</b>
Обавезни (1)	$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42$ $\geq$	<b>10</b>	<b>155 (132,29)</b>
Обавезни (2)	$M11+M12+M21+M22+ M23 \geq$	<b>6</b>	<b>144 (121,63)</b>

\* Нормирање броја бодова извршено је у складу са Прилогом 1 Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача