

Електротехнички факултет  
Универзитет у Београду  
Булевар краља Александра 73, Београд

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

На седници одржаној 15.9.2015. године, Наставно-научно веће Електротехничког факултета одредило нас је за чланове Комисије за избор др Марка Грујића у звање научни сарадник. На основу достављеног материјала као и на основу дугогодишње сарадње са кандидатом, према критеријумима за стицање научних звања подносимо следећи

### ИЗВЕШТАЈ

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, извештај садржи:

- I. биографију
- II. комплетну библиографију, разврстану по категоријама, уз назнаку временског периода који се односи на избор за претходно звање;  
табелу са квантитативном оценом резултата
- III. анализу радова који кандидата квалификују у предложено звање;  
све видове кандидатовог анагажовања;  
цитираност кандидатових објављених радова;  
увид у кандидатову делатност на образовању и формирању научних кадрова
- IV. закључак са предлогом
- V. прилоге

### I БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Др Марко Грујић рођен је 25. јануара 1987. године у Београду, општина Савски венац. Средњу електротехничку школу “Никола Тесла” завршио је 2005. године. Основне студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, Одсек за физичку електронику, уписао је 2005. године, а завршио је у септембру 2009. године са просечном оценом 9,70, за шта је добио награду за најбољег студента Одсека за физичку електронику.

Дипломске мастер академске студије на истом факултету на модулу Наноелектроника, оптоелектроника и фотоника уписао је 2009., а завршио у октобру 2010. године са просечном оценом 10,00. Октобра 2010. године одбранио је мастер рад под насловом “Електронска структура графенских квантних тачака у нормалном магнетском пољу”.

Докторске академске студије на Електротехничком факултету на модулу Наноелектроника и фотоника уписао је 2010. године. Докторску дисертацију под насловом “*Manifestations of intrinsic and induced magnetic properties of graphene nanostructures*” (“Испољавање сопствених и индукованих магнетских својстава

графенских наноструктура”) одбранио је 26. маја 2015. године, а за доктора наука промовисан је 02. јула 2015. године.

Истраживање кандидата у оквиру докторских студија одвијало се паралелно на Универзитету у Београду и Универзитету у Антверпену, према потписаном споразуму између два универзитета, а докторска дисертација је написана и одбрањена на енглеском језику.

Од 01.01.2011. запослен је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду у звању истраживач-сарадник на пројекту “Оптоелектронски нанодимензиони системи-пут ка примени” (потпројект “Теорија оптичких особина наноструктура”) код Министарства просвете, науке и технолошког развоја. До сада је објавио 6 радова у часописима са JCR листе (5 радова су у категорији M21 и 1 рад је у категорији M23) на којима је првопотписани аутор. Поред тога, објавио је 2 рада у зборнику радова међународних конференција (категорије M32 и M33), 1 рад у домаћем часопису (категорија M52), 1 рад у зборнику радова домаће конференције (M63, ЕТРАН, 2010), који је добио награду за најбољи истраживачки рад младог аутора.

## II НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РЕЗУЛТАТИ

### II-1 Потребне и остварене вредности коефицијента M за стицање звања у области техничко-технолошких наука

Др Марко М. Грујић, дипл. инж. ел.

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
Научни сарадник	Укупно	16	53,5
	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}+M_{51} \geq$	9	45,5
	$M_{21}+M_{22}+M_{23}+M_{24} \geq$	4	43
Виши научни сарадник	Укупно	48	
	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}+M_{51}+M_{80}+M_{90} \geq$	38	
	$M_{21}+M_{22}+M_{23}+M_{24}+M_{31}+M_{32} \geq$	15	
Научни саветник	Укупно	70	

	M10+M20+M31+M32+M33+M41+ M42+M51+M80+M90 $\geq$	54	
	M21+M22+M23+M24+M31+M32 $\geq$	26	
	M41-45, M51-M52 $\geq$	1	

## II-2 Списак радова релевантних за израчунавање индикатора научне компетентности према Правилнику о стицању научних звања

### M21 РАДОВИ У ВРХУНСКОМ МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ ((M21 = 8) x 5 = 40)

1. **M. M. Grujić**, M. Ž. Tadić, F. M. Peeters, “Chiral properties of topological-state loops”, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 91, 245432 (6 p.), 2015 (IF: 3,691) (ISSN: 1098-0121) (DOI: 10.1103/PhysRevB.91.245432).
2. **M. M. Grujić**, M. Ž. Tadić, F. M. Peeters, “Spin-Valley Filtering in Strained Graphene Structures with Artificially Induced Carrier Mass and Spin-Orbit Coupling”, PHYSICAL REVIEW LETTERS, Vol. 113, 046601 (5 p.) 2014 (IF: 7.728) (ISSN: 0031-9007) (DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.046601).
3. **M. M. Grujić**, M. Ž. Tadić, F. M. Peeters, “Orbital magnetic moments in Dirac systems: Impact on magnetotransport in graphene van der Waals heterostructures”, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 90, 205408 (10 p.), 2014 (IF: 3,664) (ISSN: 1098-0121) (DOI: 10.1103/PhysRevB.90.205408).
4. **M. Grujić**, M. Tadić, F. M. Peeters, “Antiferromagnetism in hexagonal graphene structures: Rings versus dots”, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 87, 085434 (6 p.), 2013 (IF: 3,664) (ISSN: 1098-0121) (DOI: 10.1103/PhysRevB.87.085434).
5. **M. Grujić**, M. Zarenia, A. Chaves, M. Tadić, G. Farias, F. M. Peeters, “Electronic and optical properties of a circular graphene quantum dot in a magnetic field: Influence of the: boundary conditions”, PHYSICAL REVIEW B, Vol. 84, 205441 (12 p.), 2011 (IF: 3,691) (ISSN: 1098-0121) (DOI: 10.1103/PhysRevB.84.205441).

### M23 РАДОВИ У МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ ((M23 = 3) x 1 = 3)

1. **M. Grujić**, M. Zarenia, M. Tadić, F. M. Peeters, “Interband optical absorption in a circular graphene quantum dot”, PHYSICA SCRIPTA, Vol. T149, 014056 (4 p.), 2012 (IF: 1.204) (ISSN: 0031-8949) (DOI: 10.1088/0031-8949/2012/T149/014056).

### M32 ПРЕДАВАЊЕ ПО ПОЗИВУ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ИЗВОДУ ((M32 = 1,5) x 1 = 1,5)

1. **M. M. Grujić**, M. Ž. Tadić, F. M. Peeters, “Magnetotransport properties of graphene van der Waals heterostructures”, Proceedings of 19th Symposium on Condensed Matter Physics (SFKM 2015), Belgrade, 1.54. September 2015.

**M33 САОПШТЕЊЕ СА МЕЂУНАРОДНОГ СКУПА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ ((M33 = 1) x 1 = 1)**

1. **M. M. Grujić**, M. Ž. Tadić, F. M. Peeters, “Pauli paramagnetism and spin-valley filtering in graphene van der Waals heterostructures”, Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN 2014), Vrnjačka Banja, pp. MOI2.1.1-6, 2-5. June 2014.

**M52 РАДОВИ У ЧАСОПИСУ НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ((M52 = 15) x 1 = 1,5)**

1. **M. Grujić**, M. Tadić, “Electronic states and optical transitions in a graphene quantum dot in a normal magnetic field”, SERBIAN JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 8, pp. 53-62, 2011 (ISSN 1451-4869) (DOI: 10.2298/SJEE1101053G).

**M63 САОПШТЕЊЕ СА СКУПА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ШТАМПАНО У ЦЕЛИНИ ((M63 = 0,5) x 1 = 0,5)**

1. **M. Grujić**, M. Tadić, “Elektronska stanja i optički prelazi u grafenskoj kvantnoj tački u normalnom magnetnom polju”, Zbornik radova 54. Konferencije ETRAN, Donji Milanovac, Rad MO3.4, 7-10. јун 2010.

**M71 ОДБРАЊЕНА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА ((M71 = 6) x 1 = 6)**

**M. M. Grujiћ**, “Manifestations of intrinsic and induced magnetic properties of graphene nanostructures” (“Испољавање сопствених и индукованих магнетских својстава графенских наноструктура”), *Електротехнички факултет, Универзитет у Београду*, 26. мај 2015.

### **III КВАЛИТАТИВНА ОЦЕНА НАУЧНОГ ДОПРИНОСА :**

#### **III.1. Показатељи успеха у научном раду:**

*(Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава; уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву; чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у одборима научних друштава; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката)*

III.1.1 Кандидат је рецензент научних радова за међународне часописе (доказ у прилогу):

1.1.1 *Journal of Applied Physics*

1.1.2 *Europhysics Letters*

III.1.2 Кандидат је у току научноистраживачког рада био аутор/коаутор 6 научних радова у међународним научним часописима, и то 5 радова у категорији M21 и 1 рада у категорији M23.

III.1.3 Кандидат је за рад презентован на конференцији ЕТРАН 2010. године добио награду за најбољи рад младог аутора у секцији Микроелектроника и оптоелектроника.

## **III.2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовање и формирање научних кадрова**

*(Допринос развоју науке у земљи; менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима; педагошки рад; међународна сарадња; организација научних скупова)*

III.2.1 Др Марко Грујић је учествовао на једном пројекту ресорног министарства за науку:

“Оптоелектронски нанодимензиони системи-пут ка примени” (потпројект “Теорија оптичких особина наноструктура”), ИИИ 45003, Министарство просвете, науке и технолошког развоја, 2011-2015.

III.2.2 Кандидат је развио успешну сарадњу из области моделовања структура на бази графена и других дводимензионих (2Д) материјала са групом из Центра за теорију кондензоване материје Универзитета у Антверпену. У оквиру ове сарадње урађена је докторска дисертација кандидата према споразуму о заједничком докторату склопљеном између Универзитета у Београду и Универзитета у Антверпену.

## **III.3. Организација научног рада:**

*(Руковођење пројектима, потпројектима и задацима; технолошки пројекти, патенти, иновације и резултати примењени у пракси; руковођење научним и стручним друштвима; значајне активности у комисијама и телима Министарства за науку и технолошки развој и телима других министарстава везаних за научну делатност; руковођење научним институцијама)*

## **III.4. Квалитет научних резултата:**

*(Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова; ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора; степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова; значај радова)*

Др Марко Грујић бави се истраживањима у областима физичке електронике, наноелектронике и наноструктура. Конкретно, његово истраживање односи се на 2Д материјале, и то у првом реду на графен. Моделовао је електронске особине графенских нанотачака у магнетском пољу. Аналитички и нумерички резултати добијени помоћу континуалног метода и метода јаке везе су међусобно упоређени и истражена су својства Ландауовог спектра. Такође је моделовао спонтано магнетско уређење у графенским нанопрстеновима са цик-цак ивицама, истражујући утицај облика унутрашње и спољашње ивице на магнетске особине ових наноструктура.

Поред тога, анализирао је појаву орбиталног магнетизма и његове манифестације у магнетотранспортним мерењима код графенских ван дер Валсових структура. Ова појава настаје услед ефективне масе електрона различите од нуле, што је последица разбијања инверзионе симетрије или појачане спин-орбитне интеракције. Кандидат је такође показао да је у случају присуства оба ефекта, као и помоћу псеудомагнетског поља изазваног механичким напрезањем могуће добити спин-

долински филтар, на праву који блокира путању два електронска стања, док преостала две просторно раздваја. Овај ефекат је могуће контролисати помоћу напрезања и електричних гејтова.

Конечно, кандидат се бави истраживањем тополошких својстава 2Д материјала. Конкретно, анализирао је петље недисипационих тополошких струја, које настају на ивицама домена различитих топологија. Показао је да се спрезање спинских и долинских степени слободе са правцем простирања у овом случају манифестује преко хиралних магнетских момената, као и да се енергије електрона и магнетски моменти петљи произвољног облика могу описати једноставним аналитичким формулама.

Допринос кандидата истраживањима наноструктура 2Д материјала обухвата:

- аналитичко извођење и нумеричко моделовање електронског спектра у графенским нанотачкама;
- моделовање електрон-електрон интеракције у графенским нанопрстеновима помоћу самосагласног поступка решавања једначина по Хабардовом моделу;
- прорачун коефицијента трансмисије и електричне отпорности за баријере са индукованим енергетским процепом у графену;
- прорачун спински и долински зависне трансмисије кроз ван дер Валсове баријере у присуству псеудомагнетског поља;
- моделовање тополошких петљи у саћастим материјалима, као и њиховог одзива на магнетско поље.

Према доступним изворима (*ISI Web of Science*) радови Марка Грујића цитирани су **40** пута у међународним публикацијама, не рачунајући аутоцитате и индиректне аутоцитате (доказ у прилогу: листа цитата). Само је рад М21/5, којим је кандидат дао значајан допринос моделовању електронских особина графенских нанотачака у магнетском пољу, цитиран 18 пута у реномираним међународним часописима са импакт фактором.

#### **IV ОЦЕНА КОМИСИЈЕ О НАУЧНОМ ДОПРИНОСУ КАНДИДАТА СА ОБРАЗЛОЖЕЊЕМ**

На основу увида у приложену документацију др Марка Грујића, као и на основу његове укупне досадашње научне и стручне активности, може се закључити да је кандидат остварио завидне истраживачке резултате у области **физичке електронике** и да у потпуности испуњава све потребне услове за избор у звање научни сарадник.

Наиме, из наведене анализе научноистраживачког и стручног рада кандидата види се да је до покретања поступка избора у звање научни сарадник др Грујић био аутор/коаутор 5 радова објављених у врхунским међународним часописима (М21), 1 рада у међународном часопису (М23), 1 предавања по позиву са међународног скупа штампаног у изводу (М32), 1 саопштења са међународног скупа штампаног у целини (М33), 1 рада у часопису националног значаја (М52), као и 1 саопштења са скупа националног значаја штампаног у целини (М63).

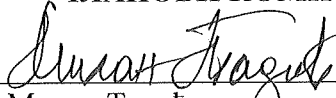
**Укупан М индикатор** кандидата је **53,5** (потребно 16), при чему су задовољени и додатни услови (први услов 9, остварено **45,5**; други услов 4, остварено **43**). Од укупног броја поена, остварено је **43** из категорија **М20**.

Укупан опус кандидата обухвата **10** радова и саопштења са научних скупова, од којих су **6** радови публиковани у међународним часописима са импакт фактором. Према подацима са релевантних сервиса (*ISI Web of Science*) радови су му цитирани **40** пута без аутоцитата и индиректних цитата.

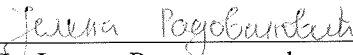
Имајући све наведено у виду, комисија референата сматра да је кандидат испунио све квантитативне и квалитативне услове за стицање научног звања за које конкурише. Стога Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да др Марка Грујића изабере у звање научни сарадник.

У Београду, 05.10.2015.

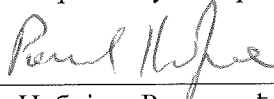
**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**



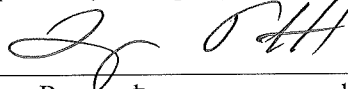
Др Милан Тадић, редовни професор  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



Др Јелена Радовановић, ванредни професор  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



Др Небојша Ромчевић, научни саветник  
Универзитет у Београду - Институт за физику



Др Дејан Раковић, редовни професор  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



Др Владимир Арсоки, доцент  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет