

Институт за физику, Београд

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

Општи подаци о кандидату

Име и презиме: Радмила Панајотовић

Година рођења: 1964

ЈМБГ: 0709964715148

Назив институције у којој је кандидат стално запослен: Институт за физику, Београд

Дипломирао-ла: година: факултет: 1989, Физички факултет, Универзитет у Београду

Магистрирао-ла: година: факултет: 1993, Физички факултет, Универзитет у Београду

Докторирао-ла: година: факултет: 1999, Физички факултет, Универзитет у Београду

Постојеће научно звање: Виши научни сарадник - истекло звање

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: Општа и интердисциплинарна физика, Кондензована материја

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

II. Датум избора-реизбора у научно звање:

Научни сарадник: 2000.

Виши научни сарадник: 8. мај 2012.

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):

M10 = 0

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

Категорија	Број радова	Вредност	Укупно
M21a - изузетан међународни часопис	1	10	10
M21 - врхунски међународни часопис	1	8	8
M28b - уређивање истакнутог међународног часописа	1	2,5	2,5
M20			20,5

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

Категорија	Број радова	Вредност	Укупно
M31 – позивно предавање на међународном скупу штампано у целини	1	3,5	3,5
M32 – позивно предавање са међународног скупа штампано у изводу	3	1,5	4,5
M33 – саопштења са међународног скупа штампана у целини	2	1	2
M34 – саопштења са међународног скупа штампана у изводу	6	0,5	3
M36 - уређивање зборника саопштења са међународног скупа	2	1,5	3
M30			16

4. Монографије националног значаја (M40):

M40 = 0

5. Радови у часописима националног значаја (M50):

M50 = 0

6. Предавања по позиву са скупова националног значаја (M60):

Категорија	Број радова	Вредност	Укупно
M62 – предавање на домаћем скупу штампано у изводу	2	1	2

IV. Квалитативна оцена научног доприноса кандидата

1. Показатељи успеха у научном раду

Позивна предавања

Др Радмила Панајотовић је у својој каријери одржала тринаест предавања по позиву, од чега су три штампана у целини, а десет у изводу.

Од претходног избора у звање, у периоду последњих пет година, одржала је једно предавање по позиву, штампано у целини, на међународној конференцији TABIS2013, на тему радијационих ефеката који потичу од судара електрона ниских енергија са биомолекулима, као и три предавања на међународним конференцијама из области радијационе физике и медицине, области наноматеријала и њихове примене у медицини и биологији, и из области примене скенирајуће микроскопије.

Предавање Др Р. Панајотовић је било кандидовано као једно од 15 најбољих од укупно више од 150 предавања из више од 10 области на међународној конференцији RAD2015. Научни рад представљен на тој конференцији је објављен у првом броју новог часописа *Radiation Applications*, који је у процесу квалификације за статус међународног часописа.

Чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија

У периоду од 2012. до данас Др Панајотовић је била члан научног одбора међународне конференције TABIS2013. На конференцији RAD2015 је била члан комисије за избор најбоље постер презентације. Такође је била Генерални секретар конференције PHOTONICA 2013, где је учествовала у креирању програма предавања.

Осим рецензија научних радова на међународној конференцији PHOTONICA2013, Др Панајотовић је била и гост-уредник и рецензент посебног броја истакнутог међународног часописа *Physica Scripta* 2013-2014. године, посвећеног радовима на овој конференцији.

Рецензије научних радова и пројеката

Један од значајних доприноса Др Панајотовић научној заједници је рецензија и реферисање научних радова за истакнуте међународне часописе - *Journal of Physical Chemistry*, *Physical Chemistry Chemical Physics*, *Nucleic Acids Research*, *Applied Surface Science*, *Physica Scripta*, *Journal of Physics D*, *Chemistry Communications*, *Biomedical Physics & Engineering Express*.

Др Радмила Панајотовић је од 2016. године рецензент за међународне пројекте *Хоризонт2020*.

2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова

Допринос развоју науке у земљи, менторство, педагошки рад

У оквиру Графенске лабораторије Центра за физику чврстог стања и нове материјале Института за физику, Београд, Др Радмила Панајотовић учествује у подучавању младих чланова групе, а од 2014. године је ментор докторанту Јасни Вујин, на факултету за Физичку хемију Универзитета у Београду.

Такође је била члан комисије за избор у звање истраживач-сарадник колеге Александра Томовића.

Као део доприноса образовању младих, 2016'2017 је радила као предавач физике у међународној Савременој гимназији у Београду, на енглеском језику, и по програму Кејмбриџ универзитета.

Научна сарадња и организација међународних скупова

У периоду од повратка из иностранства, 2011. године до данас, Др Радмила Панајотовић је остварила сарадњу са Отвореним универзитетом у Великој Британији (*Open*

University, Milton Keynes, UK)

Такође је била члан COST-ECCL (2009. - 2013.) европске колаборације која је имала за циљ заједнички рад ан проблемима електронских судара са молекулима у гасној и кондензованој фази, као и COST акције AFM-NanoBioMed.

Тренутно сарађује са колегама са Стоматолошког факултета у Београду (проф. Јелена Милешев), са Радијационом лабораторијом (Radiation laboratory) Универзитета Нотр Дам у САД (Notre Dame, South Band, USA) (проф. Силвија Пташинска), и са Факултетом за медицинску физику Универзитета у Сегедину (проф. Ласло Нађ).

Др Панајотовић је била Генерални секретар међународних конференција TABIS2013 и PHOTONICA'13 и члан међународног комитета, као представник лабораторије из Србије, у COST акцији AFM4NanoBioMed, од 2012. до 2016.

3. Организација научног рада

Руковођење пројектима, подпројектима и задацима

Од 2013. године Др Радмила Панајотовић руководи, у оквиру пројекта основних истраживања ОИ171005, посебним пројектним задацима везаним за карактеризацију и примену хетероструктура органских танких филмова и 2Д материјала у физици и биомедицини. На овој теми је тренутно ментор студенту докторских студија, Јасни Вујин.

4. Квалитет научних резултата објављених у периоду од претходног избора у звање

Др Радмила Панајотовић је 2012. године *започела нови правац истраживања* који је фокусиран на испитивање морфолошких и електричних особина хетероструктура састављених од самоорганизујућих биомолекула (фосфолипиди, аминокиселине) и танких филмова 2Д-материјала (графен, MoS₂, WS₂). Главни циљ овог истраживања је дизајн и карактеризација о-FET (органски-Field-Effect Transistor) и TF-FET (Танки-филм - Field-Effect Transistor) биохемијских сензора. Поред овог, Др Панајотовић укључује и XPS анализу танких филмова 2Д-материјала (графен, MoS₂, WS₂, MgB₂, h-BN). Ова истраживања су још увек у почетној фази, највише због нередовног финансирања и недостатка средстава за рад у претходном пројектном периоду.

Такође, у склопу експеримената са органским хетероструктурама, Др Панајотовић ради и на испитивањима дејства танких филмова 2Д материјала на електро-оптичка својства реактивних центара протеина (сарадња са колегама из Сегедина) и на раст и особине неуронских ћелија насталих диференцијацијом матичних ћелија на графенској подлози.

Резултати истраживања Др Панајотовић од претходног избора у звање су представљени у једном изузетном и једном врхунском мултидисциплинарном међународном часопису, три рецензирана рада у зборницима међународних конференција објављена у целини, тринаест саопштења на међународним конференцијама и два на домаћој конференцији.

Најважнији резултати у периоду последњих пет година су:

M21

- Simonovic J, Toljic B, Nikolic N, Vujin J, **Panajotovic R**, Gajic R, Bekyarova E, Cataldi A, Pappura V, Milasin

“Differentiation of stem cells from apical papilla into neural lineage using graphene dispersion and single-walled nan-tubes³” - *J.Biomed. Mater. Res. A.* (2018) Jun 12. doi: 10.1002/jbm.a.36461. [Epub ahead of print]

[IF 2018: 3.08; 23/77]

У овом мултидисциплинарном раду су коришћене матичне ћелије екстраховане из зубне пулпе, гајене на графенским нанотубама и у графенској дисперзији. Посматрана је диференцијација ових ћелија у неуроне у присуству нано-честица графена, тј. туба и љуспица. У присуству оба графенска медијума матичне ћелије су се понашале као у посебним медијумима, али су показале финију неуронску морфологију, са великим бројем дендрита. Допринос Др Р. Панајотовић у овом раду се односи на утицај графена и структуре графенских филмова добијених ексфолијацијом из течне фазе на органске структуре и њихову компатибилност са молекулима који чине ћелијску мембрану.

M21a

• Aleksandar Matković, Ivana Milošević, Marijana Milićević, Tijana Tomašević-Ilić, Jelena Pešić, Milenko Musić, Marko Spasenović, Djordje Jovanović, Borislav Vasić, Christopher Deeks, **Radmila Panajotović**, Milivoj R Belić and Radoš Gajić, „Enhanced sheet conductivity of Langmuir–Blodgett assembled graphene thin films by chemical doping“, *2D Mater.* **3** (2016) 015002

[IF 2016: 6.9; 26/279]

У овом мулти-дисциплинарном раду који садржи доприносе из различитих области истраживања - хемијске синтезе, фотонске спектроскопије, транспортних мерења, атомске микроскопије и фотоелектронске спектроскопије, допринос Др Радмиле Панајотовић је у комплетној анализи и интерпретацији резултата XPS мерења (фото-електронска спектроскопија), писању рада и одговора на питања рецензента у вези ових резултата мерења. XPS спектри приказани у овом раду графена су показали да азот којим је графен допиран помоћу азотне киселине није инкорпориран у саму структуру љуспица, већ да је везан између тих љуспица (коњуговане C-N везе), чиме се креира повећани број каталитичких центара у оквиру филма. Ова анализа је потврдила да се много више атома азота налази у дубини филма после третирања азотном киселином, што сведочи о преуређивању љуспица унутар филма. На овај начин је, уз допунска Раман мерења, објашњен фундаментални хемијски аспект побољшања проводних особина графена добијеног ексфолијацијом из течне фазе.

M33

• **R. Panajotović**, S. Ptasinska, V. Lyamayev, and K. Prince, „Low-energy Electron Damage of DPPC Molecules – A Nexafs Study“, *Rad. Applic.* 2016, **1**, 1, 46-50, DOI: 10.21175/Rad. J. 2016.01.09 ISSN 2466-4294

• **Radmila Panajotović** and Jasna Vujin, „MODIFICATIONS OF LIPID/2D-MATERIAL HETEROSTRUCTURES BY SEM“, SPIG 2016, Contributed papers and Abstracts of Invited lectures, Topical Invited lectures, Progress reports, and Workshop lectures, 29. August–2. September 2016, Belgrade, Serbia, Ed. Dragana Marić, Aleksandar Milosavljević, Bratislav Obradović and Goran Poparić, University of Belgrade, Faculty of Physics, Belgrade, Serbia, p.182

У овим радовима представљени су резултати дејства електронског млаза малих (први

рад) и високих енергија (други рад) на липидне филмове (DPPC) формиране на различитим супстратима. У случају судара електрона мале енергије (20 eV) са танким липидним филмовима формираним на силицијум-диоксидној подлози, анализа промена у молекуларној структури је вршена методама XPS (X-ray photo-electron spectroscopy) и NEXAFS (Near-edge X-ray Fine Structure Spectroscopy). У случају електрона високих енергија (10 - 30 keV), типичних за скенирање биолошких узорака електронским микроскопом (SEM – Scanning Electron Microscopy), анализа промена у филму је анализирана коришћењем AFM инструмента (Atomic Force Microscope). Посматране су промене у морфологији и површинском потенцијалу вишеслојних липидних филмова депонованих на два типа 2Д-материјала, графену (проводник) и WS₂ (полупроводник).

У оба случаја промене у молекулима липида драстично утичу на интегритет и пропустљивост моно- и вишеслојних филмова, што има драстичне последице на њихово функционисање у склопу живих (ћелијске мембране) и неживих (Органски FE транзистори) система.

У случају танких липидних филмова изложених електронском млазу енергија карактеристичних за рад скенирајућег електронског микроскопа (SEM), морфолошка и анализа површинског потенцијала је показала да се у овим структурама дешавају драстичне промене у количини накупљеног наелектрисања, које нису праћене великом променом у морфологији танких филмова. Овај резултат отвара могућност коришћења SEM уређаја за модификацију полупроводних хетероструктура – 2Д-материјала и органских молекула са алкенским ланцима – које чине базу био-хемијских сензора у саставу органских „Field-Effect“ транзистора (o-FET).

Укупан научни допринос у периоду последњих пет година:

M21a

1. Aleksandar Matković, Ivana Milošević, Marijana Milićević, Tijana Tomašević-Ilić, Jelena Pešić, Milenko Musić, Marko Spasenović, Djordje Jovanović, Borislav Vasić, Christopher Deeks, Radmila Panajotović, Milivoj R Belić and Radoš Gajić, „Enhanced sheet conductivity of Langmuir–Blodgett assembled graphene thin films by chemical doping“, 2D Mater. 3 (2016) 015002

[IF 2016: 6.9; 26/279]

M21

Simonovic J, Toljic B, Nikolic N, Vujin J, Panajotovic R, Gajic R, Bekyarova E, Cataldi A, Parpura V, Milasin
“Differentiation of stem cells from apical papilla into neural lineage using graphene dispersion and single-walled nano-tubes3” - *J.Biomed. Mater. Res. A.* (2018) Jun 12. doi: 10.1002/jbm.a.36461. [Epub ahead of print]

[IF 2018: 3.08; 23/77]

M28b

1. PHOTONICA'13: 4th International School and Conference on Photonics Preface
By: Popovic, Duska; Gajic, Rados; Panajotovic, Radmila
PHYSICA SCRIPTA Volume: T162 Article Number: 010301 Published: SEP 2014
Guest Editors: Duška Popović, Radoš Gajić and Radmila Panajotović

M31

1. Radmila Panajotović, “Radiation effects of slow electrons on biomolecules – where the experiment and theory meet”, Proceedings of 2nd International Conference TABIS2013, Ed. Institute of Physics, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-82441-40-3, p.153-165

M32

1. „*Electron-beam damage from SEM to lipid-(graphene, MoS₂, WS₂) heterostructures*”, Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, May 23-26, 2016, Niš, Serbia

2. “Molecular and Atomic Nanoclusters on self-assembled supported lipid multilayer structures”, Characterisation of Nanomaterials and Nanomedicine, Nanobiotechnology enlargement workshop, November 23-25, 2015, Ispra, Italy

3. „Electrostatic landscape of arginine on a multilayer DPPC-covered solid substrate“, 15th International Scanning Probe Microscopy Conference, ISPM DIJON 2013, 30th June – 3rd July, Dijon, France

M33

1. **Radmila Panajotović** and Jasna Vujin, „MODIFICATIONS OF LIPID/2D-MATERIAL HETEROSTRUCTURES BY SEM“, SPIG 2016, Contributed papers and Abstracts of Invited lectures, Topical Invited lectures, Progress reports, and Workshop lectures, 29. August – 2. September 2016, Belgrade, Serbia, Ed. Dragana Marić, Aleksandar Milosavljević, Bratislav Obradović and Goran Poparić, University of Belgrade, Faculty of Physics, Belgrade, Serbia, p.182

2. **R. Panajotović**, S. Ptasinska, V. Lyamayev, and K. Prince, „Low-energy Electron Damage of DPPC Molecules – A Nexafs Study“, *Rad. Applic.* 2016, **1**, 1, 46-50, DOI: 10.21175/Rad. J. 2016.01.09 ISSN 2466-4294

M34

(рецензирани радови означени са R)

^R1. T. Szabó, T. Tomashevich, R. Panajotović, Jasna Vujin, Abd Elaziz Sarrai, G. Váró, Zs. Szegletes, G. Garab, K. Hajdu, L. Nagy, “Photosynthetic reaction-center/graphene biohybrid for optoelectronics”, 5th International Conference on Biosensing Technology, Riva del Garda, 2017, 7-10 May, Italy, P121

2. Szabó Tibor, T. Tomashevich, R. Panajotović, Abd Elaziz Sarrai, Szegletes Zsolt, Váró György, Hajdu Kata, Máthé Botond, Szabó Anna, Hernádi Klára, Nagy László, “Possible applications of carbon based bio-nanocomposites in optoelectronics”, XXVIst Congress of the Hungarian Biophysical Society, 2017. August 22-25, Szeged, p54

^R3. T. Tomašević-Ilić, . Matković, J. Vujin, . Panajotović, M. Spasenović, R. Gajić, “p-type field-effect transistors based on liquid phase exfoliated MoS₂”, Graphene 2017, March 28-31, Barcelona, Spain, Abstract Book,

http://www.grapheneconf.com/Files/Graphene2017_AbstractsBook.pdf

4. Jasna Vujin and Radmila Panajotović,

“2D-materials heterostructures as a potential sensor of aminoacids and proteins, 15th Young Researchers conference – Materials Science and Engineering, December 7-19, 2016, SASA Institute,

Belgrade, Serbia, Program and Book of Abstracts, Institute of Technical Sciences of SASA, Belgrade, Serbia, Ed, Dr Milja Marković, p.4

^{R5}.Jasna Vujin, Đorđe Jovanovic and Radmila Panajotović, „PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF LIPID-2D-MATERIALS SELF-ASSEMBLY FOR BIOSENSORS“, Book of Abstracts, Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, May 23-26, 2016, Niš, Serbia, Ed. G. Ristić, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia, p58, ISBN: 978-86-6125-160-3

^{R6}. T. Szabó, T. Tomashevic, R. Panajotović, Gy. Váró, G. Garab, K. Hajdu, K. Hernadi, L. Nagy, „Carbon-based biohybrides for optoelectronics“, Book of Abstracts, Regional Biophysics Conference (RBC2016), 25-28 August 2016, Trieste (Italy), Ed. Università di Trieste, Italy, ISBN 978-88-8303-757-3 (print), ISBN 978-88-8303-758-0 (online), p.69

M36

1. Book of Abstracts of **IV International School and Conference on Photonics- PHOTONICA 2013**, 26-30 August 2013, Belgrade, Serbia; **Editors:**D. Jović, B. Vasić, D. Timotijević, R. Panajotović i R. Gajić

2. **P r o c e e d i n g s** of the 2nd International Conference “Theoretical Approaches to BioInformation Systems” (TABIS.2013), September 17 – 22, 2013, Belgrade, Serbia

Editors: B. Dragovich, R. Panajotović, D. Timotijević

M62

1. R. Panajotović

“*Effects of water adsorption on thin films of graphene and tungsten disulfide as active components for biochemical sensors*”, 10th Photonics workshop, Kopaonik, Serbia, 28.02.-02.03.2017

2. R. Panajotović

„*FT-IR merjenja efekata dejstva niskoenergijskog mlaza na kompleks fosfolipida i arginina*“, Šesta radionica Fotonike (2013), Kopaonik, 4-8. mart 2013

Утицајност и квалитет научног доприноса кандидата

Научни ниво Др Радмиле Панајотовић је веома висок, што се огледа у чињеници да су њени радови константно цитирани више од десет година од тренутка објављивања. Укупан научни допринос Др Радмиле Панајотовић је цитиран преко 420 пута без аутоцитата (**h-фактор 12 према Web of Science**, 1996-2017, или **h-фактор=14, према Google Scholar**, од 1993-2017). Просечна цитираност радова Др Панајотовић је више од 19 цитата по раду. Такође, више од 80% радова је објављено у изузетним и врхунским научним часописима (5 у категорији изузетних, 13 у категорији врхунских, 3 у категорији истакнутих и 1 у категорији међународних часописа).

Укупан импакт фактор часописа у којима су објављени радови је **63,251**, а у последњих пет година, после претходног избора у звање, **9.98**.

Категорије часописа у којима су објављени радови су:

- Мултидисциплинарна физика
- Атомска, молекуларна и хемијска физика
- Инструментална физика
- Биофизика и нуклеарна медицина

Радови објављени у последњих пет година спадају у област Мултидисциплинарна физика

материјала и примена у био-медицини, а у категорији M21 и M21a.

Нормирање коауторских радова

Од претходног избора у звање Др Панајотовић је коаутор у два мултидисциплинарна рада у међународним часописима на које се примењује нормирање - једног у категорији M21, са десет коаутора, и једног категорије M21a, са тринаест аутора. С обзиром на постојећа правила нормирања, за први рад се допринос до десет коаутора прихвата у пуној вредности, без нормирања. У другом раду, у области физике материјала, допринос Др Р. Панајотовић је јединствен и потпуно независан од осталих коаутора, и представља један од кључних доприноса тумачењу експерименталних резултата, тако да се нормирање на број од десет аутора (иако приказано у табели укупних квантитативних мерила) не сматра потребним.

Квантитативни приказ укупних научних резултата у последњих пет година

		Потребно
		Укупно
Обавезни1	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	16
Обавезни2	M11+M12+M21+M22+M23	6
		Остварено
Укупно	M21a+M21+M28b+M31+3xM32+2xM33+2xM36+6xM34+2xM62	38.5
Обавезни1	M21a+M21+M28b+M31+3xM32+2xM33	30.5
Обавезни2	M21a+M21	18
После нормирања рада M21a	Укупно	34.8
	Обавезни1	26.8
	Обавезни2	14.3

V. Оцена Комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем

Комисија је извршила анализу приложеног материјала који описује научну активност и допринос кандидата, Др Радмиле Панајотовић, у којој смо разматрали следеће факторе – актуелност и квалитет научног рада, способност самосталног доприноса научној области, способност и искуство у руковођењу научним радом на међународном нивоу, педагошки рад и вођење дипломских, магистарских и докторских теза, као и укљученост у међународну сарадњу и искуство у истакнутим иностраним лабораторијама.

Комисија је закључила да Др Радмила Панајотовић има дугогодишње научно искуство у домаћим (Институт за физику, Београд) и међународним (Француска, Аустралија, Канада, Велика Британија) научним лабораторијама у којима је произвела научне резултате високог научног нивоа и веома добре цитираности – двадесет два рада у међународним часописима од којих седамнаест после доктората, укупне цитираности преко 420 (без самоцитата). У највећем броју радова, Др Панајотовић је први аутор или истакнути коаутор, што говори у прилог високој ангажованости на пројектима на којима је радила и значајном доприносу објављеним радовима.

Од стицања претходног избора у звање, проширила је своје истраживање са

електронске спектроскопије молекула у гасној фази, на поље био-молекула и ефеката високо-јонизујућег зрачења на мете у кондензованој фази и био-наноматеријала, чиме је показала иницијативу и спремност на освајање нових знања и способност стицања компетентности у новим областима. Такође је покренула нови правац истраживања у оквиру пројекта, као и нове колаборације у земљи и иностранству. Значајан број позивних предавања, уз освојене конкурсе за средства истраживања и организација и учешћа на конференцијама, као и ангажованост у својству рецензента радова у истакнутим међународним часописима и на међународним пројектима Хоризонт 2020 показују да је Др Р. Панајотовић остварила резултате релевантне за међународну научну заједницу и да је призната као експерт у својој области истраживања. На пољу педагошког рада и руковођења израдом докторских дисертација, Др Р. Панајотовић је била и јесте ангажована у више наврата, на нивоу основних и после-дипломских студија, кроз предавања и менторство израде докторске тезе.

Најзад, кроз поређење минималних и остварених квантитативних захтева за звање *научни срадник*, закључили смо да Др Радмила Панајотовић по свом доприносу задовољава и квантитативне и квалитативне захтеве то звања, те стога препоручујемо да јој се то звање додели.

Београд, 06. 07. 2018.

Др Радош Гајић – Научни саветник, Институт за физику, Београд,
Председник Комисије
