

Научном Већу Института за физику Београд

На седници Научног Већа Института за физику, Београд, одржаној 26. децембра 2017. године, одређена је Комисија за оцену научно-истраживачког рада и испуњености услова за избор Др Радмиле Панајотовић у звање **Научни сарадник**. Комисију чине:

1. **Др Радос Гajiћ, Научни саветник**, Институт за физику, Београд

Руководилац пројекта ИО171005. Главне области истраживања – метаматеријали и фотонски кристали, елипсометрија, нано-оптика, високо-температурска суперпроводност и графенски материјали.

2. **Др Братислав Маринковић, Научни саветник** Институт за физику, Београд

Главне области истраживања – електронска и фотонска спектроскопија атома и молекула, укључујући биомолекуле.

3. **Др Јелена Трајић, Виши научни сарадник**, Институт за физику, Београд

Главне области истраживања – оптичка својства полупроводника, полумагнетних полупроводника и диелектрика, динамика решетке, инфра-црвена и Раман спектроскопија.

4. **Проф. др Сунчица Елезовић-Хаџић, Редовни професор**, Физички факултет Универзитета у Београду

Главне области истраживања – полимерне структуре у уређеним и неуређеним срединама.

На основу приложеног материјала кандидата и у складу са одредбама *Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача*, *Сл. Гласник РС бр. 24-216 и 21-2017*) Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографија кандидата

Др Радмила Панајотовић је рођена 07. септембра 1964. године у Београду. Дипломирала је 1989. године на Физичком факултету у Београду, на смеру експерименталне физике, са темом дипломског рада из физике молекула, а под руководством професора Милана Курепе. На последњој години студија била је један од двоје стипендиста Института за физику у Београду, где је после дипломирања и запослена као члан Групе за физику атомских судара. Магистрирала је у јуну 1993. године у области експерименталне физике атома и молекула, на тему „Одређивање ефективних диференцијалних пресека за еластично и нееластично расејање електрона на атомима живе“, под руководством професора Владимира Пејчева и Др Братислава Маринковића. Овај рад је исте године добио награду за најбољи магистарски рад урађен на Институту за физику - Београд. Крајем 1996, као стипендиста француске владе, одлази на осмомесечни стручни тренинг (фр. „stage“) у Лабораторији за динамику молекула, на Универзитету Пјер и Марија Кири, Париз 6, Француска (Université Pierre et Marie Curie, Paris VI), где је радила у групи професора Ричарда Хола на експерименту фотојонизације молекула у гасној фази. Докторску тезу, под називом „Расејање електрона средњих енергија на атомима Пб групе“ одбранила је у јулу 1999. године, такође под руководством професора Пејчева и Др Маринковића. У звање Научни сарадник је произведена 2000. године, а у звање Виши научни сарадник у мају 2012. године.

Крајем 1999. године Др Радмила Панајотовић одлази на четворогодишње пост-докторско усавршавање у Лабораторији за физику атома и молекула Аустралијског

Националног Универзитета (Atomic and Molecular Physics Laboratory, Research School of Physical Sciences and Engineering, Australian National University, Canberra, Australia), где ради на неколико пројеката у области електронске спектроскопије атомских и молекулских мета у гасној фази. Почетком 2004. године, Др Панајотовић одлази у групу професора Леона Санша, на Одсеку за нуклеарну медицину и радиобиологију Медицинског факултета на Универзитету у Шербруку, Канада (University of Sherbrooke, Quebec, Canada). У току следеће три године ради на проблему интеракције електрона ниских енергија са молекулима ДНК у кондензованој фази. Циљ овог истраживања је био откривање механизма оштећења хелијског генетског материјала под дејством високо-енергијског јонизујућег зрачења и побољшање дозирања радиотерапије у третману рака. У току 2007. године, Др Панајотовић је конкурисала заједно са професором Најделом Мејсоном са Отвореног Универзитета у Великој Британији (The Open University, Milton Keynes, UK) за средства истраживања у оквиру *FP7 Marie Curie – People* програма реинтеграције квалитетних европских стручњака који су напустили Европу и освојила грант за оригиналан пројект под насловом „Експериментално истраживање физичко-хемијских ефеката интеракције ниско-енергијских електрона са изолованим, груписаним и само-организованим биомолекулима“ (eng. „*Experimental investigation of physico-chemical effects of low-energy electron interaction with isolated, clustered and self-assembled biomolecules*“). (Visiting Програм овог пројекта је започет на Отвореном Универзитету у марту 2008. године и трајао је до краја 2010. од када је Др Панајотовић наставила да организује и руководи истраживањем на наведеном пројекту у својству гостујућег истраживача *Researcher*). Од јула 2011. године Др Панајотовић је запослена у Институту за физику – Београд, једним делом укључена на пројекат „Електронске, транспортне и оптичке особине нанофазних материјала“ (171033), а другим на пројекту „Физика уређених наноструктура и нових материјала у фотоници“ (171005), финансираним од стране Министарства за науку и просвету Републике Србије. У оквиру оба пројекта наставља рад на проблематици везаној за део свог претходног пројекта који се односи на интеракције и транспорт наелектрисаних честица у биомолекуларним танким филмовима формираним на силицијумским и графенским субстратима. Такође се кроз студијске посете наставља и њена сарадња са Отвореним Универзитетом.

Од новембра 2012. године Др Панајотовић се бави истраживањима у склопу пројекта ОИ171005 (“Физика уређених наноструктура и нових материјала у нанофотоници”) на посебној и новој теми истраживања - испитивање морфолошких и електричних особина хетероструктура састављених од самоорганизујућих биомолекула (фосфолипиди, аминокиселине) и танких филмова 2Д-материјала (графен, MoS_2 , WS_2). Главни циљ овог истраживања је дизајн и карактеризација о-FET (organski-Field-Effect-Transistors) и TF-FET (Tanki-film - Field-Effect-Transistors) биохемијских сензора којима је могуће детектовати метаболички важне молекуле у гасној и течној фази. Осим ове теме, истраживачки интерес Др Панајотовић укључује и саморганизујуће особине биомолекула важних за функционисање биомембране, адхезију наночестица на 2Д-материјалима и њихов транспорт кроз биомолекуларне структуре, адсорпцију молекула и њихове особине везане за алтернативне изворе енергије, примену 2Д-материјала у био-медицини, као и интеракције наелектрисаних честица са материјалима.

У оквиру свог истраживачког задатка на пројекту ОИ 171005 Др Радмила Панајотовић тренутно ради на следећим експериментима:

- Спектроскопија и атомска микроскопија ефеката судара електрона са фосфолипидним филмовима

Експеримент се састоји у мерењу ефеката дејства усмереног моноенергијског млаза електрона енергије од 5 до 100 eV на танке филмове фосфолипида и њихових комплекса са аминокиселинама, применом ФТ- ИЦ спектроскопије.

- Испитивање диполних интеракција танких биомолекулских филмова

Помоћу Атомске спектроскопије силе и Келвинове пробе, посматрају се и мере промене електростатичког потенцијала фосфолипидних молекула и аминокиселине аргинина депонованих на диелектричном и проводном супстрату.

- Мерење величине и облика индивидуалних нано-честица силицијум диоксида у морској води

У оквиру COST акције TD1002 (AFM4NanoBioMed) извршена су мерења стандардизације поступака мерења индивидуалних честица силицијум диоксида и њихових кластера суспендованих у ултра-чистој води и у узорку морске воде из северног Јадрана.

- “XPS”- Фото-електронска спектроскопија танких филмова 2Д-материјала

У сарадњи са компанијом Thermo Fischer Scientific (UK) и Универзитетом Нотр Дам (USA), урађена су мерења на графенским филмовима допираним азотном киселином, као и осталим 2Д-материјалима, WS₂, MgB₂ и h-BN.

- Испитивање физичких и хемијских промена на површини матичних ћелија гајених на филмовима 2Д-материјала ексфолираним из течне фазе

У сарадњи са колегама са Биолошког и Стоматолошког факултета Универзитета у Београду у току су испитивања дејства течено-ексфолираних филмова 2Д-материјала на раст и диференцирање матичних ћелија у неуроне. У овом истраживању се користе методе атомске микроскопије, Раман спектроскопије и фото-електронске спектроскопије.

- Испитивања фото-волтаичних извора базираних на хетероструктурама састављеним од органских реактивних центара (РЦ) и течено ексфолираних графенских филмова

У сарадњи са колегама са Универзитета у Сегедину, Мађарска, испитују се фото-волтаичне особине протеина (који представљају реактивне центре) депонованих на танким филмовима графена.

Др Панајотовић је експерт у широком спектру експерименталних техника и инструмената, као што су техника ултра-високог вакуума (UHV), електронска оптика, депозиција танких филмова, техника Лангмир-Блоџет за преношење танких филмова на чврсте подлоге, диодних ласера, изора и детектора наелектрисаних честица и фотона, коришћења Атомског микроскопа силе, Инфра-црвене спектрометрије, итд. Др Панајотовић је аутор 22 рада у међународним часописима који су цитирани више од 420 пута (h-индекс=12, према Web of Science и h=14 према Google Scholar), од чега 18 у изузетним и врхунским научним часописима, као и великог броја конференцијских контрибуција и бројних предавања. Током свог пост-докторског усавшавања у иностранству била је ко-ментор у изради дипломског и докторског рада, а моментално је ментор докторанту Јасни Вујин. У периоду од 2012. године до данас такође је била председавајући на секцији Радијациона физика (*Radiation Physics*) на конференцији RAD2015, обављала функцију Генералног секретара двеју међународних конференција, представљала Србију у менаџмент комитету COST TD1002, води сарадњу са Универзитетом у Сегедину и Биофизичким институтом у Сегедину, који је део Мађарске Академије наука, и Радијационом лабораторијом Универзитета Нотр Дам, у САД. Активна је и као рецензент у истакнутим међународним часописима (у једном је била и гостујући едитор) и пројекта Хоризонт 2020.

2. Елементи за квалитативну оцену научног доприноса кандидата

2.1 Квалитет научних резултата

2.1.1. Преглед укупних научних резултата

Др Радмила Панајотовић је објавила двадесет два научна рада у међународним научним часописима, од чега осамнаест у изузетним и врхунским и четири у истакнутим међународним часописима. Такође је учествовала на великом броју међународних конференција, где је дала допринос кроз десет саопштења штампаних у целини, од чега три са предавања по позиву, као и више од педесет саопштења у изводу, од чега је највећи број прихваћен кроз рецензију, а десет представљено кроз предавања на међународним скуповима. У највећем броју радова, Др Панајотовић је први аутор или ко-аутор са једнако значајним доприносом као први аутор. Кроз теме и фактор утицајности часописа у којима су ови радови објављени, као и број позивних презентација, евидентно је да је Др Р. Панајотовић стекла значајно истраживачко искуство и признато место у области електронске спектроскопије атома и молекула у гасној и кондензованој фази.

На основу објављених радова у научним часописима и саопштења на конференцијама, експертиза Др Р. Панајотовић се може поделити на неколико под-области :

- **Атомска микроскопија танких филмова** – анализа морфолошких и електронских особина хетероструктура састављених од танких филмова биомолекула и 2Д-материјала (графен, WS₂, итд.) помоћу Атомског микроскопа силе (Келвинова проба), са циљем утврђивања могућности њиховог коришћења као био-хемијских сензора.
- **Електронска спектроскопија биомолекула у кондензованој фази** - фотоелектронска спектроскопија X-зрацима (X-ray photoelectron spectroscopy – XPS i NEXAFS) танких кондензованих филмова; електронска спектроскопија губитка енергије (High-Resolution Electron Energy-Loss - HREEL) расејања нискоенергијских електрона на молекуларним филмовима који садрже ДНК и њене конституенте; анализа једноструких и двоструких прекида у структури ДНК изазваних ударом нискоенергијских електрона; припрема и трансфер Лангмир-Блоцет једноструких и вишеслојних молекуларних узорака; и ФТ-ИЦ спектроскопија танких филмова.
- **Електронска спектроскопија молекула у гасној фази** - мерења апсолутних еластичних и нееластичних ефикасних пресека и ексцитационих функција за електронско расејање на молекулима (азот, азот моноксид, етилен, тетрафлуороетилен, итд.); мерења негативних молекуларних јона; коинцидентна мерења електрона и производа судара са атомима и молекулима применом методе времена прелета и синхротронског зрачења (Time-of-Flight).
- **Електронска спектроскопија атома** - мерења апсолутних еластичних и нееластичних ефикасних пресека и ексцитационих функција за електронско расејање на парама метала (жива, цинк, магнезијум) и племенитих гасова (аргон, хелијум); мерења метастабилних атома и негативних атомских јона; коинцидентна мерења расејања електрона на атомима племенитих гасова (хелијум, ксенон).

2.1.2. Преглед научних резултата од претходног избора у звање и допринос кандидата

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 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.

2.1.2.1 Укупан научни допринос од претходног избора у звање

Резултати истраживања Др Панајотовић 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. Осим радова 7, 8, и 9 у категорији М34, укупан научни допринос је остварен у 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; 26/275]

M21

Simonovic J, Toljic B, Nikolic N, Vujin J, Panajotovic R, Gajic R, Bekyarova E, Cataldi A, Parpura V, Milasin J
“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 2017: 3.23; 20/78]

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. Branko Dragovich, Radmila Panajotović, and Dejan Timotijević, Institute of Physics, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-82441-40-3, (2014) 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. Tomashevich, 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

7. Radmila Panajotovic and Nigel Mason, “Electron irradiation of lipid-amino acid complex”, Electron Controlled Chemical Lithography (ECCL) 2012 Meeting, COST Action CM0601, 18-22 May 2012, Stykkisholmur, Iceland

^{R8}. R.Panajotovic, M. Schnietz, A. Turchanin, N. Mason and A. Goelzhauser „Effects of electron-beam irradiation on phospholipid/amino acid complexes“, CMD-24, 24th General Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Society, 3-7 September 2012, Edinburg International Conference Centre, Edinburgh, Scotland, UK, Book of Abstracts, p.445

9. S. Jheeta, D. Fulvio, M.E. Palumbo, A.Domaracka, R. Panajotovic, B. Sivaraman, S. Ptasinska, E. Burean, G. Strazzulla, A. LaFosse, J. Mason, “Co-conspirators: Space, molecules and life”, 39th COSPAR Scientific Assembly 2012, 14.-22. July 2012, Misore, India, Book of Abstracts, p. 826

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

Најважнији резултати у овом периоду су:

M21

- Simonovic J, Toljic B, Nikolic N, Vujin J, Panajotovic R, Gajic R, Bekyarova E, Cataldi A, Parpura V, Milasin J
“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 2017: 3.23; 20/78]

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. Резултат овог експеримента је да су ћелије гајене у графенској дисперзији показале већи ниво неуромаркера В3Т од ћелија гајених у физиолошким условима без присуства графенских љуспица, док су ћелије гајене у присуству нанотуба испољиле већи ниво неуромаркера ngn-2 и NF-M. У присуству оба графенска медијума матичне ћелије су се понашале као у посебним медијумима, али су показале финију неуронску морфологију, са великим бројем дендрита.

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; 26/275]

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. Тиме је показано да повећана проводност графенских филмова добијених ексфолијацијом из течне дисперзије, третираних азотном киселином, не потиче од промене у структури самог графена, већ у структури филма формираног од графенских љуспица. То је потврђено и XPS дубинском анализом заступљености атома C, O, и N у филму пре и после третирања азотном киселином. 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,

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).

Показано је да чак и електрони ниских енергија, 20 eV, могу значајно да оштете молекуле липида и да индукују стварање нових хемијских група. Најзначајнија оштећења се дешавају на карбоксилној и холинској групи липида, где се, у првом случају, кида веза угљоводоничних ланаца са поларном „главом“ молекула, а у другом, раскида веза метилних група са азотом. 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).

2.1.2.2 Табела квантитативних параметара научног доприноса у последњих пет година

Категорија	Број радова	Вредност	Укупно
M21a - изузетан међународни часопис	1	10	10
M21 - врхунски међународни часопис	1	8	8
M286 - уређивање истакнутог међународног часописа	1	2,5	2,5
			20,5

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

М33 – саопштења са међународног скупа штампана у целини	2	1	2
М34 – саопштења са међународног скупа штампана у изводу	6	0,5	3
М36 - уређивање зборника саопштења са међународног скупа	2	1,5	3
			16

Категорија	Број радова	Вредност	Укупно
М62 – предавање на домаћем скупу штампано у изводу	2	1	2

Квантитативни приказ укупних научних резултата у претходних пет година

		Потребно
		16
Обавезни1	М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42	10
Обавезни2	М11+М12+М21+М22+М23	6
		Остварено
Укупно	М21а+М21+М28b+М31+3xМ32+2xМ33+2xМ36+6xМ34+2xМ62	38.5
Обавезни1	М21а+М21+М28b+М31+3xМ32+2xМ33	30.5
Обавезни2	М21а+М21	18
После нормирања рада М21а	Укупно	34.8
	Обавезни1	26.8
	Обавезни2	14.3

2.1.3 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 М21, са десет коаутора, и једног категорије М21а, 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 доњој табели укупних квантитаивних мерила) не сматра потребним.

2.1.4 Научни ниво, утицајност и цитираност

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 **63,401**, а од последњег избора у звање **10,13**.

Главне категорије часописа у којима су објављени радови су:

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

Од последњег избора у звање, у последњих пет година, објављени радови спадају у област Мултидисциплинарна физика материјала, а у категорији су M21 и M21a.

2.1.5 Додатни библиометријски подаци

Чланци објављени у међународним асописима у укупној каријери

	ИФ	М	СНИП
Укупно	63,40	172	26,48
Усредњено по чланку	2,89	7,81	1,20
Усредњено по аутору	11,72	32,08	5,16

Чланци објављени у међународним часописима у последњих пет година

	ИФ	М	СНИП
Укупно	10,13	18	1,97
Усредњено по чланку	5,07	9	0,99
Усредњено по аутору	0,86	1,57	0,18

2.2. Награде, признања и освојени конкурси

Др Радмила Панајотовић је 1993. године добила награду Института за физику, Београд за најбољи магистарски рад, а затим, 1996. стипендију француске владе за рад у истраживачкој лабораторији на универзитету Пјер и Марија Кири у Паризу. Освојила је средства на конкурсима за колаборативно истраживање, учествовање и презентације резултата на конференцијама и изградњу експерименталних апаратура. Најзначајније признање је освојено четворогодишње финансирање истраживања на конкурсу FP7 Marie Curie - People, у износу од 100 000 ЕУР, које је остварено на универзитету у Великој Британији.

- SIT (Senior Scholar in Training) грант за презентацију и председавање на мини-симпозијуму у оквиру конференције Radiation Research Society Conference (2010) на Мауију, Хаваји, Сједињене Америчке Државе
- COST-ECCL грант за колаборативну посету у марту 2009. године, на Универзитету Билефелд, Немачка

- Мари Кири Интернационални Реинтеграциони грант (позив 2007) (Marie Curie International Reintegration Grant) - 100 000 EUR за период од четири године (2008 – 2012)
- SIT (Scholar in Training) грант за оралну презентацију рада на конференцији Radiation Research Society, (2006) Филадельфија, Сједињене Америчке Државе
- Истраживачки грант за опрему (Research Equipment Fund grant funding – RIEF) са колегама проф. Стивен Бакман, Др Маартен Хохерланд и Др Џулијан Лоуер) за 2001. годину (92 000 АУД).
- Стипендија француске Владе (бивши CIES) за осмомесечни боравак у Лабораторији за динамику јона и молекула (Laboratory for the Dynamics of Ions and Molecules -DIAM), Универзитет Пјер и Мари Кири, Париз, Француска (1996-1997).
- Награда Института за физику у Београду за најбољи магистарски рад за 1993, годину.

2.3 Уводна предавања и друга предавања по позиву

Током свог рада Др Радмила Панајотовић је учествовала на бројним националним и међународним конференцијама на којима је излагала резултате свог истраживања. Међу предавањима која је одржала на научним конференцијама, посебно се издвајају позивна излагања на тему ефеката судара ниско-енергијских електрона са молекулима ДНК и нуклеинским базама, одржана на највећој и најзначајнијој међународној конференцији из области физике атома и молекула, ICPEAC (2007), и на престижној конференцији секције Америчког физичког друштва, DAMOP – APS (2009), као и позивна предавања на међународној конференцији TABIS2013 из области примене физике и математике у биологији и медицини, и предавање у Европском Центру за истраживања JRC (Joint Research Center) у Италији, на тему карактеризације наноматеријала, посебно наночестица, у медицини и биологији.

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.

У последњих пет година Др Панајотовић је одржала следећа предавања:

- “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
- „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
- “Molecular and Atomic Nanoclusters on self-assembled supported lipid multilayer structures”, Characterisation of Nanomaterials in Nanomedicine, Nanobiotechnology enlargement workshop, November 23-25, 2015, Ispra, Italy
- “Radiation effects of slow electrons on biomolecules – where the experiment and theory meet”, Theoretical Approaches to BioInformation Systems (TABIS2013), September 17-22, Belgrade, Serbia
- „FT-IR merenja efekata dejstva niskoenergijskog mlaza na kompleks fosfolipida i arginina“, Šesta radionica Fotonike (2013), Kopaonik, 4-8. mart 2013
- „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

Предавања одржана у периоду старијем од пет година

- “XPS Study on Effects of Electron-beam Irradiation of Thin Condensed DPPC Films”, SFKM 2011, Belgrade, Serbia
- “Electrons breaking bonds in DPPC” – AMIG, 15-16 April 2010, The Open University, Milton Keynes, UK
- “Electron-beam irradiation of supported DPPC monolayers – an XPS study” – APS March Meeting, 15- 19 March 2010, Portland, Oregon, USA
- “XPS study on effects of electron-beam irradiation of supported thin phospholipid films” – ECASIA’09, 18-23 November 2009, Antalya, Turkey
- “Effects of low-energy electrons on DNA constituents: effective cross sections for condensed thymidine”, 40th Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics (DAMOP), May 19– 23, 2009; Charlottesville, Virginia, USA
- “XPS study on effects of electron-beam irradiation of supported thin phospholipids films”, POSMOL2009, XVI International symposium on electron-molecule collisions and swarms, 29th July – 1st August 2009, Toronto, Canada
- “Low-energy electron scattering from monomolecular films of biomolecules - past results and future experiments”, October 2008, Laboratory for supramolecular systems, Faculty of Physics, University of Bielefeld, Bielefeld, Germany
- “Effective cross-sections for low-energy electron scattering from monomolecular films of condensed thymidine” Electron-Controlled Chemical Lithography (ECCL) 2008, Lisbon, Portugal, 12-16th March 2008
- “Effects of Low-Energy Electron Impact on Thin Films of Condensed Adenine and Thymidine” CECAM Workshop on Modelling Radiation Damage, Lyon, France, 3-6 December 2007.
- “From DNA to nucleic bases – the effects of low-energy electron impact” XXV ICPEAC (2007), Freiburg, Germany, 24-31 July 2007
- “Vibrational and electronic excitation of condensed adenine by low-energy electrons” Radiation Research Society 2006 Annual Meeting Mini-Symposium, Philadelphia, USA, 4-8 November 2006.
- “Cross Sections for Elastic and Inelastic Electron Scattering from C₂H₄, C₂F₄ and C₄F₈”, Symposium on Physics of Ionised Gases SPIG2002, Soko Banja, Yugoslavia, August 26-30, 2002, published as :The Physics of Ionized Gases: Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, p.75

2.4. Рецензије научних радова, пројеката, уредништва, чланства у научним и организационим одборима

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 такође рецензент за међународне пројекте Хоризонт2020.

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 и пројеката, Др Панајотовић је била и гост-уредник посебног броја часописа *Physica Scripta* 2013-2014. године.

2.5 Чланства у стручним и научним друштвима

Др Радмила Панајотовић је била дугогодишњи члан Америчког физичког друштва (American Physical Society) и Radiation Research Society, а до 2010. године била је и члан Institute of Physics (IoP, UK). Тренутно је члан друштва Radiation Research Society.

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

3.1. Менторство и педагошки рад

У свом досадашњем раду, Др Р. Панајотовић је била активно укључена у образовање и тренинг студената. Током рада на Аустралијском националном Универзитету учествовала је на серији семинара на тему „Подучавање на Универзитету“, а била је ко-ментор у извођењу дипломског рада Џ. Харисон (2002) и доктората М. Јелисавчић (2002-2003). Током рада на Отвореном Универзитету у Великој Британији (2007-2010) држала је предавања, вежбе и колоквијуме из практичног предмета „Електромагнетика“. За последипломце је држала предавања из области електронских судара.

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.

3.2. Међународна сарадња/учешће и боравци у страним лабораторијама

Др Р. Панајотовић је у досадашњој каријери радила у неколико иностраних научних лабораторија -

- осам месеци као стажиста на Универзитету Париз VI у Француској,
- четири године као пост-докторски сарадник на Аустралијском Националном Универзитету у Канбери, Аустралија,
- три године као пост-докторски сарадник на Универзитету у Шербруку, Канада, и
- три године као пост-докторски истраживач на Отвореном универзитету у Милтон Кијнсу, Велика Британија.

Поред тога, гостовала је у AMOLF групи у Амстердаму, Холандија, и у Лабораторији за супрамолекуларне системе Факултета у Билефелду, Немачка, у оквиру колаборација које је сама покренула. Такође је учествовала на мерењима на синхротронским инсталацијама у Европи. Поред институција и група у Србији и иностранству у којима је била запослена, Др Р. Панајотовић је кроз заједничке објављене радове и радне посете сарађивала са члановима следећих истраживачких центара:

Drake University, Des Moines, IA, USA (prof. K. Bartschat)
Sophia University, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan (Dr M. Kitajima and prof. H. Tanaka)
University of Missouri, Rolla, Missouri, USA (prof. D. Madison)
Griffith University, Brisbane, Queensland, Australia (prof. B. Lohmann)
Flinders University, Adelaide, South Australia, Australia (prof. M. Brunger)
Changnam National University, Daejeon, South Korea (prof. H. Cho)

AMOLF, Amsterdam (prof. Mischa Bonn)
University of Bielefeld, Bielefeld, Germany (Dr A. Turchanin and prof. A. Götzhäuser)
Open University, Milton Keynes, UK (prof. Nigel Mason)

Такође је била члан COST-ECCL европске колаборације која има за циљ заједнички рад на проблемима електронских судара са молекулима у гасној и кондензованој фази, као и COST акције AFM4NanoBioMed.

У последњих пет година покренула је и одржава сарадњу са следећим научним установама:

- Стоматолошки факултет у Београду (проф. Јелена Милешев),
- Лабораторија Radiation lab, Универзитета Нотр Дам у САД (проф. Силвија Пташинска)
- Факултет за медицинску физику Универзитета у Сегедину (проф. Ласло Нађ).

3.3. Организација научних скупова

Др Радмила Панајотовић је била један од главних организатора двеју међународних конференција - Генерални секретар конференције TABIS2013 (Theoretical Approaches to Bioinformatic Systems – TABIS), организованом у Институту за физику, Београд, и Генерални секретар конференције PHOTONICA'13, организованом у сарадњи са Српском Академијом Наука и Уметности – САНУ.

Такође је била члан међународног комитета COST акције AFM4NanoBioMed у периоду од 2012. до 2015. године.

4. Закључак Комисије

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 осамнаест после доктората, са укупном цитираношћу 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. Од стицања доктората и претходног избора у звање, проширила је своје поље истраживања од електронске спектроскопије атома, преко електронске спектроскопије молекула у гасној фази, на поље биомолекула и ефеката високо-јонизујућег зрачења на мете у кондензованој фази и бионаноматеријала, чиме је показала иницијативу и спремност на освајање нових знања и способност стицања компетентности у новим областима. Такође је покренула нови правац 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 сарадник*, 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

Др Братислав Маринковић – Научни саветник, Институт за физику, Београд,
члан Комисије

Др Јелена Трајић – Виши научни сарадник, Институт за физику, Београд,
члан Комисије

Проф. др Сунчица Елезовић - Хацић – Редовни професор, Физички факултет,
Универзитет у Београду,
члан Комисије
