

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Бранислава Салатића у звање научни сарадник

На седници одржаној 14. 11. 2017. године, Научно веће Института за физику у Београду именовало нас је у комисију за избор др Бранислава Салатића у звање научни сарадник.

На основу материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов досадашњи научни рад, Научном већу Института за физику у Београду подносимо следећи извештај.

Биографски подаци о кандидату

Бранислав Салатић рођен је у Сарајеву 03.02.1981. године. У Билећи, Република Српска (БиХ), је завршио основну школу и гимназију. 2008. године дипломирао је (основне академске студије) на Физичком факултету, Универзитета у Београду, смер Примењена физика и информатика, са просечном оценом 8.47. Од 2010. године је запослен, као истраживач приправник, у Институту за физику са ангажовањем на научном пројекту ОИ 171017 Министарства просвете, науке и технолошког развоја под називом „Холографске методе генерисања специфичних таласних фронтана за ефикасну контролу квантних кохерентних ефеката у интеракцији атома и ласера”. Докторске академске студије на Физичком факултету, Универзитета у Београду, смер Квантна оптика и ласери, уписао је 2011. године. 2012. године био је руководиоца иновационог пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја под називом “Уређај за спектроскопску анализу биолошких узорака”. Одлуком Научног већа Института за физику, од 2013.године, стекао је истраживачко звање истраживач-сарадник.

Докторску дисертацију под називом „Ласерска модификација алуминијум-титанских и никл-титанских танких слојева“, одбранио је 02.10.2017. године на Физичком факултету у Београду. До сада је објавио осам радова у међународним часописима (M21 и M22), и има девет саопштења са скупова међународног и националног значаја (M33, M34 и M64).

Преглед научне активности кандидата

Досадашња научна активност Бранислава Салатића одвијала се у области природно-математичких наука, грана науке физика, у научној дисциплини кондензована материја. Кандидат је био ангажован на проучавању интеракције наносекундног и пикосекундног

ласерског зрачења са специфичним материјалима као што су метални танки слојеви који су депоновани на супстрат силицијума, са посебним освртом на Al/Ti и Ni/Ti слојеве. Кандидат се бавио и ласерски индукованом плазменом спектроскопијом (LIBS), проучавањем ласерски индукованих периодичних структура и могућностима примене у холографији, развојем чврстотелних ласера и њиховом применом у системима за мерење даљине, као и применом методе коначних елемената на прорачун фотонских структура и термалних ефеката које изазива ласерско зрачење.

Истраживања кандидата су фокусирана на оптимизацију процеса који доводе до модификације Al/Ti и Ni/Ti танких слојева наносекундним и пикосекундним ласерским зрачењем у ваздуху и другим амбијенталним условима. Истраживања су усмерена на добијање специфичних површинских структура као што су: паралелне периодичне структуре, зрнасте, мозаичне структуре и сл. Наноструктуре које настају деловањем ласерског зрачења, могу значајно мењати оптичке карактеристике материјала. Апсорпција може бити повећана у читавом спектру, од ултра-љубичастог до инфра-црвеног, или у одређеном делу спектра. Материјали модификовани на овај начин имају потенцијалну примену као фото-детектори. Истовремено, паралелне периодичне површинске структуре понашају се слично дифракционим решеткама, односно имају добру дифракциону ефикасност. Како је могуће ове структуре утискивати у различите чврсте материјале (метале и сл.), то отвара могућност примене ових структура у изради холограма.

Кандидат је учествовао и у одређивању услова при којима долази до формирања интерметалних једињења хемијском реакцијом у чврстом стању, и површинске оксидације уз формирање специфичне комбинације оксида. Стварање легура и интерметалних једињења одвија се на високим температурама. Као извор топлоте користио је ласерско зрачење. Предности ласерског зрачења у односу на друге конвенционалне методе је у томе да је процес локализован у малој области и да долази до стварања једињења хемијском реакцијом у чврстом стању. Контролисаним локализованим озрачивањем вишеслојних система стимулише се настајање метал-интерметалик периодичних структура, што за последицу има стварање комплексних материјала који поседују локално различите механичке особине. Овакви метал-интерметалик композитни материјали изазивају пажњу истраживача због својих унапређених механичких особина као што су отпорност на лом.

Део истраживања кандидата односио се и на испитивање утицаја истовременог деловања две таласне дужине на аблацију и модификацију материјала. Наиме, ефикасност ласерске аблације одређених материјала, пре свега полупроводника као што је силицијум, може се повећати истовременим деловањем зрачења на две таласне дужине. Ласерски системи који емитују зрачење на две таласне дужине могу побољшати однос између пречника и

дубине кратера. За прецизну обраду материјала пожељно је имати мањи пречник а већу дубину кратера. Истовремено, ивице кратера који настаје на овај начин су веома глатке. Разлог за повећану аблацију лежи у већој енергији фотона на 532 nm у односу на 1064 nm. Фотони на 532 nm су одговорни за стварање иницијалних слободних електрона у проводној зони силицијума, тако да и мали интензитет другог хармоника (5-10%), може значајно појачати аблацију. Ови резултати могу бити примењиви у микромашинству (micromachinig).

И на крају, кандидат је учествовао у развоју нумеричког модела који симулира деловање наносекундног и пикосекундног ласерског импулса са вишеслојним системима. Теоријски модели који се баве деловањем ласерског зрачења на материјале значајни су са становишта предвиђања основних физичких процеса који се јављају током интеракције. Модели омогућавају да се предвиди праг оштећења материјала, дубину топљења материјала, температурне профиле, дубину аблације и сл. Досадашњи модели који симулирају интеракцију ласерског снопа са композитним материјалима ограничени су на ниже интензитета ласерског зрачења при којима не долази до аблације материјала. У нумеричком моделу који је развио кандидат, узимају се обзир фазни прелази (топљење и испаравање), и постоји могућност истовременог израчунавања температурних профила и дубине аблације материјала. На овај начин, опсег ласерских интензитета за које је модел примењив, значајно је шири.

Елементи за квалитативну оцену научног доприноса кандидата

1. Квалитет научних резултата

1.1 Научни ниво и значај резултата

У току досадашњег рада кандидат се бавио проучавањем интеракције наносекундног и пикосекундног ласерског зрачења са специфичним материјалима као што су метални танки слојеви који су депоновани на супстрат силицијума, са посебним освртом на Al/Ti и Ni/Ti слојеве. Ласерском модификацијом површине нанометарских слојева, могу се додатно побољшати особине материјала, као на пример, повећати отпорност на хабање и корозију, повећати биокompatibilност материјала, или повећати апсорпцију материјала у одређеном делу спектра. Овако модификовани материјали нашли су широку примену у медицини и индустрији. Кандидат је дао значајан допринос у идентификацији доминатних процеса за формирање различитих морфолошких структура, за синтезу одговарајућих интерметалних једињења и оксидних фаза код Al/Ti и Ni/Ti вишеслојних система. Кандидат је предложио и нумерички модел са циљем да се детаљно проуче описани

ефекти и да се утврде механизми који доводе до модификације вишеслојних система наносекундним и пикосекундним ласерским зрачењем. Као резултат ових истраживања објављено је 8 радова у међународним часописима и 9 саопштења са међународних и националних скупова.

Најзначајнији рад кандидата је:

[A1] B. Salatić, S. Petrović, D. Peruško, M. Čekada, P. Panjan, D. Pantelić, B. Jelenković, “Single- and dual-wavelength laser pulses induced modification in $10\times(\text{Al}/\text{Ti})/\text{Si}$ multilayer system”, Applied Surface Science, 360 (2016) 559–565.

У овом раду испитиван је утицај истовременог деловања ласерског зрачења на две таласне дужине (1064/532 nm) на аблацију и модификацију материјала. Утврђено је да деловање ласерског зрачења на 1064/532 nm, при чему интензитет другог хармоника износи свега 5-10%, доводи до значајног пораста ефикасности аблације материјала у поређењу са ласерским зрачењем на 1064 nm. Овај феномен објашњен је синергијским деловањем два процеса, линеарне екситације и сударне екситације. Линеарна екситација на 532 nm започиње сударну екситацију обезбеђивањем иницијалних слободних електрона у Si подлози који су неопходни за стварање електронске лавине. Истовремено, у овом раду кандидат је предложио нумерички модел који симулира деловање наносекундног ласерског импулса са вишеслојним системима и који је показао добро подударање са експериментом.

1.2 Утицај научних радова

Утицај научних радова према Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача огледа су у броју цитата без самоцитата. Подаци о цитираности научних радова кандидата су детаљније описани у тачкама 1.3 и 4., као и у прилогу.

1.3 Позитивна цитираност научних радова

Према бази Web Of Science, објављени радови кандидата су цитирани укупно 11 пута, од чега 9 пута изузимајући аутоцитате.

Подаци о цитираности према бази Web Of Science су дати у прилогу.

1.4 Параметри квалитета часописа

Радови објављени од стране кандидата разврстани су према квалитету часописа на следећи начин:

- 2 рада у међународним часописима изузетне вредности (M21a), Applied Surface Science (ИФ=3.387, СНИП=1.225) и Laser Physics (ИФ=3.605, СНИП=0.531).
- 2 рада у врхунским међународним часописима (M21), Journal of Optics (ИФ=2.059, СНИП=0.746) и Materials Chemistry and Physics (ИФ=2.259, СНИП=0.902).
- 4 рада у истакнутим међународним часописима (M22), Optics & Laser Technology (ИФ=1.649, СНИП=1.298), Optical and Quantum Electronics (ИФ=1.290, СНИП=0.629), Materials and Manufacturing Processes (ИФ=1.888, СНИП=1.170) и Physica Scripta (ИФ=1.204, СНИП=0.472).

Укупан импакт фактор ојављених радова је ИФ=17.341. Додатни библиометријски показатељи према Упутству о начину писања извештаја о изборима у звања које је усвојио Матични одбор за физику дати су у следећој табели:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	17.341	56	6.973
Усредњено по чланку	2.168	7	0.872
Усредњено по аутору	2.187	7.14	0.878

1.5 Степен самосталности и степен учешћа кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

У реализацији научних радова кандидат је учествовао пре свега експерименталним радом, што подразумева поставку самог експеримента и ласерско озрачивање узорака. Осим тога, кандидат је самостално развио и нумерички модел који симулира интеракцију наносекундног и пикосекундног ласерског зрачења са вишеслојним танким материјалима. Детаљан опис учешћа кандидата у реализацији појединих научних радова дат је у тачки 5.

1.6 Елементи примењивости научних резултата

Како су истраживања кандидата била фокусирана на добијање специфичних површинских структура као што су паралелне периодичне структуре, ови резултати могу бити примењиви у изради штампаних (embossed) холограма. Други део истраживања кандидата која се тичу испитивања утицаја истовременог деловања ласерског зрачења на две таласне дужине (1064/532 nm) на аблацију танких слојева и полупроводника могу наћи практичну примену у области микромашинства (micromachinig).

2. Нормирање броја коауторских радова

Свих осам радова кандидата, спада у групу експерименталних радова у природно-математичким наукама. Према Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, експериментални радови се признају са пуним бројем бодова уколико је број коаутора до 7. Према овом пропису, радови који су означени са [A1], [B1] и [B2] (списак публикација) су вредновани са пуним бројем бодова, док су остали радови нормирани у складу са правилником. Укупан број бодова кандидата пре и после нормирања износи 66.3 и 56.13, респективно, и дати су у табелама у делу извештаја који описује елементе за квантитативну оцену научног доприноса кандидата.

3. Учешће и руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је учествовао или учествује на следећим пројектима:

- Национални пројекат основних истраживања „Холографске методе генерисања специфичних таласних фронтова за ефикасну контролу квантних кохерентних ефеката у интеракцији атома и ласера”, ОИ 171017, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.
- Пројекат билатералне сарадње са Републиком Хрватском “Синтеза, модификација и карактеризација комплексних структура у танкослојним системима помоћу ласерског и јонског зрачења” (2016-2017).
- Пројекат билатералне сарадње са Републиком Белорусијом “Ласерски-индуковане периодичне површинске структуре у диелектрицима и полупроводницима за нанофотонске технологије” (2016-2017).

Кандидат је био руководиолац следећег пројекта:

- Иновациони пројекат Тип 1 “Уређај за спектроскопску анализу биолошких узорака”, одобреног под евиденционим бројем пријаве 451-03-00605/2012-16//158, који је током 2012. године финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја.

Руковођење иновационим пројектом је документовано у прилогу.

4. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата према Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача огледа су у

броју цитата без самоцитата. Радови кандидата су до сада цитирани (према бази Web Of Science) на следећи начин:

[B1] S. Petrović, B. Salatić, D. Milovanović, V. Lazović, Lj. Živković, M. Trtica and B. Jelenković, "Agglomeration in core-shell structure of CuAg nanoparticles synthesized by the laser ablation of Cu target in aqueous solutions", *Journal of Optics*, 17 (2015) 025402 (6pp).

- A. Sakthisabarimoorathi, M. Jose, S. A. Martin Britto Dhas, S. Jerome Das, „Fabrication of Cu@Ag core-shell nanoparticles for nonlinear optical applications”, *Journal Of Materials Science-Materials In Electronics* Volume: 28 Issue: 6 Pages: 4545-4552 Published: MAR 2017
- J. Laloy, H. Haguet, L. Alpan, V. Mancier, J. Mejia, S. Levi, J.M. Dogne, S. Lucas, C. Rousse, P. Fricoteaux, "Characterization of core/shell Cu/Ag nanopowders synthesized by electrochemistry and assessment of their impact on hemolysis, platelet aggregation, and coagulation on human blood for potential wound dressing use", *Journal Of Nanoparticl Research* Volume: 19 Issue: 8 Article Number: 266 Published: JUL 27 2017

[B2] Suzana Petrovic, D. Milovanovic, B. Salatic, D. Perusko, J. Kovac, G. Drazic, M. Mitric, M. Trtica, B. Jelenkovic, "Composition and structure of NiAu nanoparticles formed by laser ablation of Ni target in Au colloidal solution", *Materials Chemistry and Physics*, 166 (2015) 223-232.

- Vincenzo Amendola, Stefano Scaramuzza, Francesco Carraro, Elti Cattaruzza, "Formation of alloy nanoparticles by laser ablation of Au/Fe multilayer films in liquid environment", *Journal of Colloid and Interface Science* Volume: 489 Pages: 18–27 Published: MAR 2017
- J. Sopoušek, A. Kryštofová, M. Premović, O. Zobač, S. Polsterová, P. Broža, J. Buršík, "Au-Ni nanoparticles: Phase diagram prediction, synthesis, characterization, and thermal stability", *CALPHAD-Computer Coupling Of Phase Diagrams And Thermochemistry* Volume: 58 Pages: 25-33 Published: SEP 2017

[B1] S.M. Petrovic, D. Perusko, B. Salatic, I. Bogdanovic-Radovic, P. Panjan, B.Gakovic, D. Pantelic, M. Trtica, B. Jelenkovic, "Laser induced damage/ablation morphology on the 8(Al/Ti)/Si system in different ambient conditions", *Optics & Laser Technology*, 54 (2013) 22–29.

- AN Rong, TIAN Yanhong, KONG Lingchao, WANG Chunqing, CHANG Shuai, "Laser-ignited self-propagating behavior of self-supporting nano-scaled Ti/Al multilayer films", *Acta Metallurgica Sinica* Volume: 50 Issue: 8 Pages: 937-943 Published: AUG 11 2014
- Wanqin Zhao, Wenjun Wang, Xuesong Mei, Gedong Jiang, Bin Liu, "Investigations of morphological features of picosecond dual-wavelength laser ablation of stainless steel", *Optics and Laser Technology* Volume: 58 Pages: 94-99 Published: JUN 2014

- Rong An, Yanhong Tian, Chunqing Wang, “Effect of modulation structure on the laser-ignited self-propagating behavior of Ti/Al multilayer films”, 2014 15th international conference on electronic packaging technology (ICEPT) Pages: 1530-1533 Published: 2014

[B2] B. Salatić, S. Petrović, D. Peruško, M. Čekada, B. M. Jelenković, D. V. Pantelić, “Laser irradiation of 10(Ni/Ti)/Si multilayers at different wavelengths”, Optical and Quantum Electronics, (2016) 48: 314.

- B. G. Kelly, A. Loether, K. M. Unruh, and M. F. DeCamp, “X-ray diffraction study of laser-driven solid-state diffusional mixing and new phase formation in Ni-Pt multilayers”, Physical Review B Volume: 95 Issue: 6 Article number: 064301 Published: FEB 2017

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

Кандидат је своје истраживачке активности реализовао у Центру за фотонику Института за физику у Београду. Кандидат је дао кључни допринос у радовима у којима је први аутор ([A1] и [B2]), што подразумева експериментално озрачивање узорака, нумерички прорачун температурских профила, писање радова и комуникацију са рецензентима часописа.

У радовима у којима је коаутор допринос кандидата је следећи:

- Експериментална поставка и озрачивање узорака у три различите средине: ваздух, вода и етанол ([A2], [B1] и [B4])
- Експериментална поставка, добијање биметалних наночестица ласерским озрачивањем узорака у води, карактеризација наночестица преко LIBS методе и писање делова рада ([B1] и [B2]).
- Нумерички прорачун температурских профила на узорку методом коначних елемената ([B3])

Елементи за за квантитативну оцену научног доприноса кандидата

1. Остварени резултати у периоду пре избора у научно звање

Категорија	М-бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М-бодова	Нормирани број М-бодова
M21a	10	2	20	17.14
M21	8	2	16	13.71
M22	5	4	20	15.27
M33	1	2	2	2
M34	0.5	3	1.5	1.27
M64	0.2	4	0.8	0.74
M70	6	1	6	6

2. Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник

Минимални број М-бодова		Укупно М-бодова	Нормирани број М-бодова
Укупно	16	66.3	56.13
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	58	48.39
M11+M12+M21+M22+M23	6	56	46.39

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Др Бранислав Салатић у потпуности испуњава услове прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Имајући у виду његов досадашњи рад и квалитет научних резултата предлажемо да Научно веће Института за физику у Београду подржи избор др Бранислава Салатића у звање научни сарадник.

У Београду,

Чланови комисије:

.....
др Дејан Пантелић
научни саветник
Институт за физику, Београд

.....
др Бранислав Јеленковић
научни саветник
Институт за физику, Београд

.....
др Сузана Петровић
научни саветник
ИНН „Винча”, Београд