

Назив института који подноси захтев: Институт за физику у Београду

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: **Игор Станковић**

Година рођења: **1976**

ЈМБГ: **0209976180859**

Назив институције у којој је кандидат стално запослен:

Институт за физику, Београд

Дипломирао: **1999, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду**

Докторирао: **2004, Технички универзитет Берлин**

Постојеће научно звање: **виши научни сарадник**

Научно звање које се тражи: **научни саветник**

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: **физика кондензоване материје**

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

II Датум избора-реизбора у научно звање:

Научни сарадник: **14.10.2009.**

Виши научни сарадник: **17.12.2014.**

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

1. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

	број	вредност	укупно
M21a=	4	10	40
M21 =	6	8	48
M22 =	1	5	5
M25 =	1	1.5	1.5

2. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број	вредност	укупно
M32 =	1	1,5	1,5
M34 =	6	0,5	3

IV Квалитативна оцена научног доприноса (прилог 1 правилника):

1. Квалитет научних резултата

1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Игор Станковић је током научне каријере објавио укупно 28 радова и једну дискусију у међународним часописима са ISI листе, од чега 6 категорије M21a, 16 категорије M21, 4 категорије M22, и по један у категоријама M23 и M24. Укупан импакт фактор радова је 84,6.

Од одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања др Станковић је објавио 4 M21a рада, 7 M21 радова и једну дискусију у M21 часопису. Укупан импакт фактор ових радова је 48,3. Квалитет научног рада др Игор Станковића се може проценити, између осталог, из угледа часописа у којима су радови објављени: до сада је објавио је 4 рада у часописима из нанотехнологије Nanoscale и Carbon (IF=6,97 и 6,34).

Најзначајнији радови др Станковића у последњих неколико година су:

1. **I. Stankovic**, M. Dasic, J. Otalora, C. Garcia, *A Platform for Nanomagnetism – Assembled Ferromagnetic and Antiferromagnetic Dipolar Tubes*, Nanoscale 11, 2521 (2019). (M21a, IF=6.97, SNIP=1.338, цитиран 1)
2. L. Balcells, **I. Stankovic**, Z. Konstantinovic, A. Alagh, V. Fuentes, L. Lopez-Mir, J. Oro, N. Mestres, C. Garcia, A. Pomar, B. Martínez, *Spontaneous In-flight Assembly of Magnetic Nanoparticles into Macroscopic Chains*, Nanoscale 11, 14194-14202 (2019). (M21a, IF=6.97, SNIP=1.338, цитиран 1)
3. B. Vasic, **I. Stankovic**, A. Matkovic, M. Kratzer, C. Ganser, R. Gajic, C. Teichert, "Molecules on Rails: Friction Anisotropy and Preferential Sliding Directions of Organic Nanocrystallites on Two-dimensional Materials" Nanoscale 10, 18835 (2018). (M21a, IF=6.97, SNIP=1.338, цитиран 1)
4. R. Messina, L. Abou Khalil, **I. Stankovic**, *Self-assembly of Magnetic Balls: from Chains to Tubes*, Phys. Rev. E 89, 011202(R) (2014). (IF=2.288, SNIP= 1.005, цитиран 28)
5. M. Zvezelj, **I. Stankovic**, *From Percolating to Dense Random Stick Networks: Conductivity Model Investigation*, Phys. Rev. B 86, 134202 (2012). (IF=3.664, SNIP=1.091, цитиран 40)

У првом раду раду показано је да у систему магнетних сферичних наночестица просторно ограничење узроковано магнетним пољем проводног цилиндра може довести до формирања феромагнетних и антиферомагнетних диполних туба. Показано је да овај систем може да се употреби као модел за разумевање понашања магнетних нанотуба које се састоје од континуалног магнетног материјала. Поред тога, анализирана је и антиферомагнетна фаза која је резултат квадратног распореда

диполних сфера на површини тубе, и која није досад остварена у магнетским нанотубама, а поседује занимљиво локално антиферомагнетско вртложно стање. У овом раду кандидат је први аутор и урадио је највећи део аналитичког рада, симулација и писања рада.

У другом раду приказан је релативно једноставан метод за формирање комплексних уређених структура са магнетним наночестицама као градивним елементима. Допринос кандидата раду се огледао у развоју аналитичког модела и нумеричких симулација које су омогућиле разумевање порекла уређења у овим структурама. Употребљени су аналитички изрази за магнетно поље равномерно намагнетисане коцке за предвиђање енергетски повољних конфигурација. Будући да магнетна језгра од гвожђа и омотач од гвожђе-оксида имају различите магнетне анизотропије, за разумевање њихове магнетизације из морфологије структура добијених у експерименту и резултата микроскопије на бази магнетних сила био је потребан прецизан модел. Показано је и да магнетизација дуж дијагонале чини еластичним ланац састављен од магнетних коцки и омогућава његову стабилност од његовог формирања до постављања на супстрат.

У трећем раду је показано да се органски нанокристали на 2Д материјалима могу кретати само у одређеним правцима као да постоје невидљиве шине. Допринос кандидата се огледао у развоју симулација молекуларном динамиком експеримента у коме су игличасти кристали органских 6Р молекула (шест повезаних бензенских прстенова) померани микроскопом на бази атомских сила по графенском супстрату. Резултати симулација омогућили су прецизну идентификацију механизма због ког се иглице померају само дуж стања у регистру где је треће велико. Утврђено је да торзиона сила која се јављала враћа иглицу у стање у регистру.

У четвртном раду истраживана је самоорганизација магнетних сфера теоријски и експериментално у три димензије. Три типичне конфигурације су добијене у зависности од броја магнета N у три димензије. За мали број магнетних сфера, стабилне конфигурације су линеарни низови сфера, затим конфигурација прстена постаје стабилна за $3 < N < 14$, у којој вектори магнетизације формирају вортекс (тотална магнетизација је нула). Главно откриће у приказаном раду је начин слагања прстенова када је број магнетних сфера довољно велики ($N > 13$).

У петом раду проучавана је проводљивост система случајно распоређених штапића (карбонских нанотуба или наножица) са променљивим односом дужине и ширине активног материјала помоћу Монте Карло симулација у широком опсегу густина од прага перколације до десет пута густине прага перколација. Испитан је и утицај коначне величине система на проводност битан за примене у електродама соларних ћелија, штампаној електроници или проводном текстилу. Показано је да просту степену зависност од густине није могуће употребити јер експонент зависе од густине штапића и односа проводности контакта и самог штапића од којих је активни материјал састављен. Предложен је експлицитан модел зависности електричне проводности система од густине и односа проводљивости контакта и штапића. Изведени модел проводљивости је широко применљив на случајне мреже честица (нпр. карбонских нанотуба или наножица).

1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према Scopus бази на дан 4. септембра 2019. године, радови кандидата су цитирани 261 пут, док је број цитата без аутоцитата 225 (у 198 цитирајућих радова). Према истој бази, h-индекс кандидата је 10. Сви подаци о цитираности са интернет странице Scopus базе су дати након списка свих радова (пропратни материјал).

1.3 Параметри квалитета часописа

Битан елемент за процену квалитета научних резултата је и квалитет часописа у којима су радови објављени, односно њихов импакт фактор – ИФ. У категорији M21a, M21, M22 и M23, кандидат је објавио радове у следећим часописима, где су истакнути они часописи у којима је кандидат објављивао у периоду након одлуке научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања (разврстани према утицајности у години објављивања, подебљани радови су од претходног избора):

Година	назив	М-кат.	IF	SNIP
2019	Nanoscale	M21a	6.97	1.338
2019	Nanoscale	M21a	6.97	1.338
2018	Nanoscale	M21a	6.97	1.338
2016	Carbon	M21a	6.337	1.695
2013	Journal of Physical Chemistry C	M21	4.835	1.083
2016	Soft Matter	M21	3.889	1.034
2014	Combustion and Flame	M21a	3.708	2.303
2012	Physical Review B	M21	3.767	1.091
2019	Physical Chemistry Chemical Physics	M21	3.567	0.981
2017	Tribology International	M21	3.246	2.161
2014	Computer Physics Communications	M21a	3.112	1.733
2011	Journal of Physics D: Applied Physics	M21	2.544	1.044
2009	Topics in Catalysis	M21	2.379	0.638
2012	Physical Review E	M21	2.313	1.005
2004	Physical Review E	M21	2.352	1.005
2004	Physical Review E	M21	2.352	1.005
2016	Semiconductor Science and Technology	M21	2.305	1.002
2015	Physical Review E	M25	2.288	1.005
2014	Physical Review E	M21	2.288	1.005
2017	Physica A	M21	2.132	1.214
2015	EPL	M21	1.963	0.751
2013	Physica A	M22	1.722	1.214
2018	European Physical Journal E	M21	1.686	0.642
2002	Computer Physics Communications	M21	1.2	1.733
2003	Multiscale Modeling and Simulation	M22	1.135	1.193
2013	Physica Scripta	M22	1.296	0.761
2000	Superlattices and Microstructures	M22	0.859	0.884
2009	Acta Physica Polonica A	M23	0.433	0.453

Укупан фактор утицаја радова кандидата је 84,6 а у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, тај фактор је 48,3. Часописи у којима је кандидат објављивао су по свом угледу веома цењени у областима којима припадају. Међу њима, посебно се истичу: Carbon, Nanoscale, Journal of Physical Chemistry C, Soft Matter, Combustion and Flame, Physical Review B, Physical Chemistry Chemical Physics, и Tribology International.

Додатни библиометријски показатељи квалитета часописа у којима је кандидат објављивао радове након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања је дат у следећој табели. Она садржи импакт факторе (IF) радова, М поене радова по српској категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (SNIP). У табели су дате укупне вредности, као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку.

	М	IF	SNIP
Укупно	94.5	48.3	14.5
Усредњено по чланку	7.9	4.0	1.2
Нормирано на број аутора	28.3	12.8	4.3

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

Кандидат је први аутор у 6 радова, други аутор 14 радова и последњи аутор 8 радова (укупан број радова кандидата током каријере је 28). На радовима који су објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања, кандидат је први аутор 2 рада, други аутор 7 радова и последњи аутор 3 рада (укупни број радова кандидата који су објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања је 12). У свим радовима након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања, кандидат је аутор за кореспонденцију.

У случају чланака [2,11,19-21,27] у којима је кандидат водећи аутор, кандидат је формулисао проблем и написао рад, у радовима [6-8,15,16,22,23] формулисао је тему и написао рад у сарадњи са студентима докторских студија др Миланом Жежељем, др Јеленом Смиљанић и др Миљаном Дашићем. У радовима [10,12,13,29] формулисао је тему у сарадњи са др Ренеом Месином у оквиру сарадње на билатералном српско-француском пројекту, а унутар матичне лабораторије на радовима [14,24,28] формулисао је тему у сарадњи са др Ненадом Вукмировићем и имплементирао симулације са студентом докторских студија др Марком Младеновићем. У радовима [1-4,10,19-21,27,29] самостално је добио све теоријске резултате. Др Станковић је написао радове [1,2,5,18-21,22,27]. У експериментално-теоријским радовима [1,3,4], др Станковић се једини бавио моделовањем и симулацијама и теоријски део тих радова је у потпуности његов допринос.

Др Игор Станковић је покренуо истраживање низа тема у Институту за физику: моделовање транспорта у случајним мрежама нано-објеката, рачунарска

нанотрибологија дводимензионалих материјала и јонских течности, и потрагу за основним стањима у диполним системима.

Кандидат је сарађивао са истраживачким групама у Француској др Рене Месина – Универзитет у Лорени [10-13,29], Чилеу др Карлос Гарсија – Технички универзитет Федерико Санта Марија у Валпараизу [1,2], Белгијом др Константинос Гагас - Одељење за напредне технологије компаније Тојота Мотор Европа [5,7-9,18], Аустрији др Кристијан Тајхерт и др Маркус Крацер - Монтан универзитет у Леобену [3,4], Шпанији др Луис Балцејс - Институт за науку о материјалима у Барселони [1].

1.5 Награде

Кандидат је у току 2018. године борао као гостијући професор на Техничком универзитету Федерико Санта Марија у Валпараизу финансиран од Владе Чилеа.

2 Ангажованост у формирању научних кадрова

Под менторством др Игора Станковића су до сада урађене и одбрањене две докторске дисертације.

- Др Милан Жежељ је докторску тезу, под насловом „Modeling and optimization of transport processes in modern nanoelectronic devices” одбранио 2017. године на Електротехничком факултету у Београду (видети прилог).
- Др Миљан Дашић је докторску тезу, под називом „Modeling the Behaviour of Confined Dipolar and Ionic Systems” одбранио 2019. године на Физичком факултету у Београду (видети прилог), након чега се упутио на постдокторско усавршавање у Републици Чешкој.

Под менторством др Игора Станковића су до сада урађена и одбрањена два мастер рада на Електротехничком факултету.

- Др Марко Младеновић је мастер тезу (ко-ментор др Ненад Вукмировић), под називом „Атомска и електронска структура граница између кристалних домена у нафталену” одбранио 2012. године (видети прилог).
- Др Миљан Дашић је мастер тезу (ко-ментор др Дејан Гвоздић), под називом „Прорачун структуре и енергије самоорганизованих магнетних честица у геометријски ограниченој средини” одбранио 2013. године (видети прилог).

Као гостујући професор 2018. на Техничком универзитету Федерико Санта Марија у Валпараизу одржао је курс за студенте докторских студија „Нумеричке методе у примењеној физици“.

3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Теоријски радови др Станковића објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања су базирани на аналитичким прорачунима и комплексним нумеричким симулацијама и имају пет или мање аутора, тако да улазе са пуном тежином у односу на број коаутора.

Два експериментално-теоријска рада подразумевала су шире сарадње. Један од ових радова има седам аутора и такође улази са пуном тежином у односу на број коаутора, а други рад има 11 аутора и у том случају је број М бодова нормиран по Правилнику.

4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Др Игор Станковић руководи потпројектом „Моделирање структурних и транспортних карактеристика наноматеријала“ у оквиру пројекта основних истраживања ИИИ45018 „Наноструктурни мултифункционални материјали и нанокompозити“ Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Др Станковић руководи темом „Симулације система наночестица, молекула и 2д материјала са дугодометним интеракцијама“ у оквиру Центра изузетних вредности за изучавање комплексних система Института за физику у Београду.

Др Станковић руководио је пројектом „Самоорганизација магнетних крутих сфера - утицај магнетног поља и геометријског ограничења“ у оквиру билатералне сарадње са Француском, Универзитет у Лорени, за период 2014-2015. године. Пројекат су финансирани Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Кампус Француска кроз програм Павле Савић.

Др Станковић, заједно са др Зораном Дохчевић-Митровић, руководио је пројектом „*Nano-crystalline porous anatase TiO₂ for environmental applications: Synthesis process and transport characteristics study Materials*“ у оквиру SCOPES 2009-2012 пројекта Швајцарске националне фондације за науку (SNF).

5 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Др Игор Станковић био је члан менаџмент комитета (2013-2017) COST акције MP1303: „Understanding and Controlling Nano and Mesoscale Friction“.

Др Станковић био је члан менаџмент комитета (2014-2018) COST акције MP1305 „Flowing matter“.

Др Станковић је саветник на пројекту Европске комисије Европска мрежа предузетништва од 2009. године и члан Секторске групе за Микро и нанотехнологије.

Рецензент је у часописима Tribology International, Journal of Physical Chemistry C, Nanotechnology, Journal of Physics Communications, Scientific Reports, Chemical Physics Letters, IEEE Sensors Journal и ACS Nano.

Др Станковић је био члан Организационог комитета The First European Workshop on Understanding and Controlling Nano and Mesoscale Friction, May 26 – 29, 2014, Can Picafort, Majorca (Spain).

6 Утицајност научних резултата

Утицај научних резултата кандидата се огледа у броју цитата који су наведени у поглављу 3.1 извештаја, као и у прилогу о цитираности. Значај резултата кандидата је такође описан у поглављу 3.1. а подаци о цитираности са интернет странице Scopus базе су дати у прилогу.

7 Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Др Игор Станковић је значајно допринео сваком раду у коме је учествовао. Покренуо је два правца рада која раније нису била заступљена на Институту за физику у Београду и значајно их унапредио у Србији. Први правац рада је рачунарска нанотрибологија. Овај правац рада је резултовао са пет објављених радова након претходног избора у звање – два рада су експериментално-теоријска и зато веома значајна јер су омогућила потпуно сагледавање физичких процеса са сигурношћу да симулације добро одсликавају експеримент. У овим радовима др Станковић се једини бавио симулацијама и теоријски део тих радова је у потпуности његов допринос. Друга три рада урађена су у сарадњи са компанијом Тојота Мотор Европа. У два рада први аутор је докторанд др Станковића, а највећи део рада је урађен на Институту за физику у Београду. Др Станковић је био непосредно укључен у сваки сегмент израде ових радова: дефинисање теме рада, писање рада, аналитичке и нумеричке прорачуне, и дискусију са колегама у Београду и у иностранству о дизајну и резултатима симулација и мерењима којима би могла да се обаве да би се добили услови што приближнији у експерименту и у теорији.

Други правац научно-истраживачког рада др Станковића везан је за потрагу за основним стањима класичног система чврстих тела са диполном интеракцијом. Ова врста истраживања везана за нанообјекте, у којима се предвиђа њихова самоорганизација, није била раније заступљена на Институту за физику у Београду. Овај правац рада започет је са проф. др Рене Месином у Француској, а касније примењен у сарадњи са колегама из Шпаније и Чилеа експериментално-теоријским истраживањима која су објављена у радовима са веома високим фактором утицаја ($IF > 6$). О овој теми објављена су четири рада и једна научна дискусија у врхунском научном часопису након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања. Поред нумеричких прорачуна др Станковић дао је дао значајан допринос и у анализи резултата и писању ових радова.

Др Игор Станковић је са својим бившим студентом др Миланом Жежељом покренуо и тему оптимизације геометрије мрежа нано-објеката са применом на транспарентне електроде од сребрних наножица и танкослојне транзисторе од карбонских нанотуба. У оквиру ове теме др Станковић је руководио истраживањем, предложио је експлицитне аналитичке моделе за разумевање резултата добијених Монте Карло симулација и дао је значајан допринос у писању радова.

8 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања, кандидат је одржао и следећа самостална предавања по позиву □

I. Stankovic,

Theoretical and experimental study of objects composed of dipoles,
9th International Conference of Balkan Physical Union 2015,
August 24-27 2015, Istanbul, Turkey, invited talk

I. Stankovic,

Modeling nanomanipulation with AFM probe:
insights into superlubricity and friction anisotropy
X Escuela de Nanoestructuras, January 14-18 2019, Valparaiso, Chile, invited talk

I. Stankovic,

Métodos de simulación molecular / Aplicaciones de la dinámica molecular
Summer School of Physics for Students, University Bio Bio, January 9-13 2017,
Conception, Chile, invited lecture

Након претходног избора у звање, кандидат је одржао следећа предавања током посета истраживачким институцијама □

I. Stankovic,

Superlubricity & frictional anisotropy: why molecules chose rough ride?
Technical University Federico Santa Maria, October 26th 2018,
Valparaiso, Chile, invited seminar

I. Stankovic,

Structure of Ground State in Dipolar Systems
Universidad Andres Bello, August 22nd 2018, Santiago, Chile, invited seminar

I. Stankovic,

Structure of Ground State in Dipolar Systems
Instituto de Física de la Pontificia Universidad Católica de Valparaiso,
May 9th 2018, Valparaiso, Chile, invited seminar

I. Stankovic,

Simulations of wear properties of graphene edges
Institut de Ciència de Materials de Barcelona, July 5th 2017 Barcelona, Spain, ICMAB
invited seminar

I. Stankovic,

Structure and cohesive energy of dipolar helices
University of Loraine, June 16th 2016 Metz, France, group seminar

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата са образложењем:

Имајући у виду изузетно високу вредност и оригиналност научних радова др Игора Станковића, као и његово значајно искуство у међунатодној сарадњи и трансферу знања, мишљења смо да је кандидат достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података из извештаја види се да он задовољава све квалитативне и квантитативне услове за избор у звање научни саветник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Игора Станковића у звање научни саветник.

у Београду, 25.9.2019

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

др Слободан Врховац,
научни саветник,
Институт за физику

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

За природно-математичке и медицинске струке

Диференцијални услов- Од првог избора у претходно звање до избора у звање.....	потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно	Остварено (Нормирано*)
Научни саветник	Укупно	70	99 (94,56)
	$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90 \geq$	50	96 (91,56)
	$M11+M12+M21+M22+M23 \geq$	35	93 (88,56)

*Нормирање бодова је извршено у складу са Прилогом 1 Правилника.