

# Научном већу Института за физику

## Извештај комисије за избор др Игора Станковића у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 4. 2. 2014. године именовани смо у комисију за избор др Игора Станковића у звање виши научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику подносимо овај извештај.

### Биографски подаци о кандидату

Игор Станковић је рођен 2. 9. 1976. године у Бијељини. Математичку гимназију у Београду је завршио 1994. године. Добитник је Октобарске награде града Београда 1993. године за најбољи средњошколски истраживачки пројекат из астрономије.

На Електротехничком факултету је дипломирао 1999. године на смеру Физичка електроника – Оптиелектроника и ласерска техника са просеком 9,10. Дипломски рад са насловом „Оптимизација квантних јама за генерацију другог хармоника у прелазима између слободних и везаних стања“ је урадио под руководством др Драгана Инђина.

Докторску тезу радио је у Групи за транспортне процесе на Институту за теоријску физику Техничког универзитета у Берлину, под руководством проф. др Зигфрида Хеса (Siegfried Hess) и проф. др Мартина Крегера (Martin Kröger). Теза је била из области физике трења на молекуларном нивоу. 2003. године је дипломирао физику на Техничком универзитету у Берлину, а 2004. године докторирао теоријску физику на истом факултету. Докторски рад са насловом ”Студија интеракције структуре и протицања материје у системима угњеждених атома” одбранио је 22. јуна 2004.

Након једне године постдокторског стажа на Техничком универзитету у Берлину, др Игор Станковић се запослио у компанији Тојота мотор Европа као инжењер за симулације у Одељењу за напредне технологије – где је водио и/или учествовао на неколико пројеката истраживања и развоја. На Институт за физику долази 2009. године, где се прикључује Лабораторији за примену рачунара у науци и наставља проучавање везе између структуре материјала и транспорта у комплексним системима.

Аутор је 16 радова у међународним часописима, преко 30 предавања и саопштења на међународним и националним конференцијама.

## Преглед научне активности кандидата

Научно-истраживачки рад др Игора Станковића је у области статистичке физике и нумеричких симулација.

**У радовима за време докторских студија кандидата (радови [1]-[4] са М21 листе),** др Игор Станковић је увео метод заједничких суседа, базиран на планарним графовима, за анализу кристалне структуре несавршених једнокомпонентних кристалних материјала. Облик полиедра формиран од стране релевантних суседних атома око сваког појединачног атома, улази у анализу у којој се препознаје образац кристалне структуре којој ти атоми припадају. Обично полиедар не одговара идеалној кристалној структури, међутим метод може да утврди којој је структури најближи. У овом раду пет најважнијих структура које су очекиване да се појаве у металима су истраживане методом заједничких суседа: хексагонална густо пакована, површински и запремински центрирана кристална структура и аморфна икосаедарна структура.

Метод је у наставку истраживања искоришћен за разумевање механичких и структурних особина чврстих тела при загревању или деформацији. Прво су генеричким моделом угњеждених атома (GEAM) репродуковане особине гвожђа, бакра, цинка, сребра, платине, и паладијума променом свега четири параметра модела. Као посебна предност модела показала се веома једноставна зависност компоненти тензора еластичности и енергије дефеката од параметара модела, нпр. само квадратни члан у функцији енергије угнежђивања има утицаја на компоненте тензора еластичности које описују одговор материјала на промену запремине. На основу тога утврђен је део простора параметара где се налазе "реални" метали. Истраживања механичких карактеристика метала симулацијама су обично ограничена на једну врсту метала или само један сегмент проблема деформације. У раду је примењен другачији, тзв. генерички приступ у моделовању метала у односу на уобичајене приступе у литератури: уместо истраживања само једног метала покушано је проналажење општих законитости које повезују механичке карактеристика метала и одговора кристалне структуре метала на деформацију. Разлог за то је непрецизност и зависност од методологије којом су утврђени улазни параметри у стандардном моделовању метала. Генеричка природа модела је омогућила да веза између динамике унутар контакта и параметара буде истражена на транспарентнији начин. Зато резултати омогућавају предвиђање микроскопског понашања два блока у контакту иако коришћени метал не одговара ни једном од метала који се могу наћи у природи. Улога дислокација створених у току смицања и њихов утицај на профил протицања, локалну структуру, и тензор стреса је такође истражена.

Користећи GEAM модел и метод заједничких суседа анализирана је деформација смицањем (трење) метала унутар контакта два блока. Посматрана област је много мања од величине саме контактне површине тако да се локална температура и густина могу сматрати константним. Вредност тврдоће у експерименту са куглицом може да послужи као добра процена типичног нормалног притиска у контактної области за неравне површине и не претерано велике нормалне силе.

Зависност изотропног притиска, запреминског и смицајног коефицијента еластичности од температуре је описана за различите густине. Једноставан апроксимативан израз је добијен. Модификација GEAM предложена у овом раду је погодна за карактеризацију структуре, динамике и трошења на контакту две чисте комензурабилне површине између два иста и различита метала. Симулације откривају да је динамика дислокација, кристалних домена, и стреса повезана. Ротација кристалних домена је идентификована као извор мешања између метала. У нехомогеним контактима веза између коефицијента еластичности при смицању и ефективне брзине смицања и коефицијента еластичности при смицању и отпора смицању је утврђена.

**Од претходног избора у звање 2009. године, кандидат је објавио радове [4]-[12] са М21 листе.** Ови радови имају изражену нумеричку компоненту и за њихову реализацију су били неопходни рачунарски ресурси који су на располагању у Лабораторији за примену рачунара у науци Института за физику. Такође треба рећи да су кроз ове радове укључени мастер студенти и докторанти Института за физику у савремене научно-истраживачке теме, као и да је отпочета конкретна сарадња са Универзитетом Лорене у Француској.

Овде су наведени најважнији резултати из објављених радова:

- Испитан је утицај коначне величине система на перколацију случајно распоређених штапића (карбонских нано-туба, нано-жица) у системима са променљивим односом дужине и ширине активног медијума помоћу Монте Карло симулација. Показано је да префактори генерализоване функције скалирања зависе од односа дужине и ширине активног медијума и показују особине које важе за целу класу перколационих система [7]. Конкретно, показано је постојање карактеристичног односа за који вредност функције вероватноће на прагу перколације не зависи од величине система као и парност префактора у генерализованој функцији скалирања за прва два момента функције вероватноће. У наставку истраживања проучавана је проводљивост ових система у широком опсегу густина, од прага перколације до десет пута веће густине [8]. 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 нано-туба или наножица).
- Извршена је анализа различитих метода за оптимизацију комплексних мрежа уз услов да се просечан степен повезаности и укупан капацитет мреже не мењају [14]. Нагласак је био на ефикасном рутирању. Упоређене су различите стратегије рутирања на примерима академских мрежа у Шпанији, Норвешкој, Холандији и Француској, као и на мрежама генерисаним помоћу два генеричка модела реалних мрежа - Барабáси-Алберт модела мреже без скале и мреже без скале на решетки. Предложен је динамички алгоритам рутирања који се заснива на информацијама о тренутном оптерећењу у чворовима. Резултати симулација су показали да оптерећење у мрежи може значајно да се редукује избором адекватног

алгоритма рутирања.

- Методом неравнотежне молекуларне динамике испитан је однос просторних и временских скала на којима се одвијају процеси у мотору са унутрашњим сагоревањем [11]. Капљица горива је у симулацијама окружена ваздухом чији се параметри мењају у простору и времену. Развијена је нумеричка процедура која укључује хемијске реакције у неравнотежну молекуларну динамику. Модел реакције је одабран тако да омогући праћење места где се одвија хемијска реакција као и понашање продукта реакције (алкохола и алдехида). Капљица течности на молекуларном нивоу је у овим симулацијама мрежа молекула горива, који интерагују са кисеоником, азотом, и производима хемијског разлагања горива. Молекул у овим симулацијама испарава када се ослободи из мреже и настави да се креће дифузијом у ваздуху. Наравно, молекули горива у гасној фази, кисеоник и азот бивају адсорбовани у течну фазу у обрнутом процесу. Зато су у уведеним симулацијама временске и просторне скале процеса који се одвијају могле да буду одређене директно, а не кроз параметре модела.
- Само-организација сферних магнета (магнетне сфере) је истраживана теоријски у две и три димензије [12]. Конфигурације са минималном енергијом су добијене поступком ригорозне минимизације и потврђене Монте Карло компјутерским симулацијама. 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 (тотални магнетни момент). Главно откриће у приказаном раду је начин слагања прстенова, када је број магнетних сфера довољно велики ( $N > 13$ ). Број наслаганих прстенова се повећава по степену закону у зависности од  $N$  са експонентом  $2/3$ , што доводи до тубуларних структура за велики број магнетних сфера  $N$ . Сви предвиђени облици су експериментално репродуковани манипулацијом милиметарских магнета.

## **Елементи за квалитативну анализу рада кандидата**

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

#### 1.1. Уводна предавања на конференцијама и друга предавања по позиву

Кандидат је одржао следеће предавање по позиву:

I. Stanković, "Molecular Simulations of Friction Processes", The 7th International Student Conference of Balkan Physical Union, Bodrum, 4-7 September 2009.

Семинар по позиву који је кандидат одржао:

“Interplay between structure and flow properties of embedded atom systems” ,  
Advanced Technology Institute, University of Surrey, 1 October 2004

### 1.2. Чланства у одборима међународних научних конференција и одборима научних друштава

Кандидат је члан организационог комитета Прве радионице посвећене разумевању и контроли трења на нано и мезо скалама (The first European Workshop on Understanding and Controlling Nano and Mesoscale Friction) од 26.-29. маја 2014. на Мајорци, Шпанија.

Кандидат је члан менаџмент комитета КОСТ акције МП1303 „Разумевање и контрола трења на нано и мезо скали“.

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

### 2.1. Допринос развоју науке у земљи

Кандидат је са искуством које је стекао током рада на докторату на Техничком универзитету у Берлину и као инжењер за симулације у компанији Тојота, након доласка у Институт за физику покренуо неколико истраживачких тема које дотад нису били рађене у Србији. У те теме су укључени и мастер студенти и докторанти Института за физику.

Најзначајнија су истраживања кандидата из симулација капљице горива у мотору са унутрашњим сагоревањем, оптимизације комплексних мрежа, електричног транспорта кроз мреже нанотуба и самоорганизације магнетних сфера.

Поред свог истраживачког рада, кандидат је активан и на трансферу технологија из истраживања у праксу као саветник на пројекту Европске комисије за пружање подршке малим и средњим предузећима и саветовање код трансфера технологије.

### 2.2. Менторство при изради магистарских и докторских радова

Кандидат је био ментор у изради 1 мастер рада на Електротехничком факултету (Марко Младеновић) у Београду и руководи израдом 1 докторске тезе (Милан Жежељ).

### 2.3 Педагошки рад

Од 2009. до 2014. године кандидат је одржао већи број тренинга под окриљем Европске мреже предузетништва Србије везаних за писање FP7 пројеката.

## 2.4 Међународна сарадња

Кандидат је био

1999-2005 научни сарадник Техничког универзитета у Берлину  
2005-2009 инжењер за симулације у Одељењу за напредне технологије компаније Тојота Мотор Европа.

Кандидат има активну научну сарадњу са

проф. др Мартином Крегером са Федералног техничког института Цирих,  
проф. др Рене Месином са Универзитета у Лорени,  
проф. др Арне Розеном са Универзитета Гетеборг, и  
др Ићиром Сакатом из Тојота Мотор Европе.

## 2.5 Организација научних скупова

Кандидат је члан организационог комитета Прве радионице посвећене разумевању и контроли трења на нано и мезо скалама (The first European Workshop on Understanding and Controlling Nano and Mesoscale Friction) од 26.-29. маја 2014. на Мајорци, Шпанија.

## **3. Организација научног рада**

### 3.1 Руковођење пројектима, потпројектима и задацима

Кандидат

- руководи темом везаном за симулације синтезе и моделовање карактеристика материјала на пројекту инегрисаних интердисциплинарних истраживања, бр. ИИИ 45018 „Наноструктурни мултифункционални материјали и нанокompозити“ (2011-2014),
- руководи пројектом билатералне сарадње са Универзитетом Лорене - Француска (2014-2015),
- је руководио пројектом билатералне сарадње SCOPES са Институтом за физику полимера Федералним техничким институтом Цирих (ETH Zürich) Швајцарском (2009 – 2012).
- учествује на пројекту основних истраживања ОН 171017 (2011-2014);

### 3.2 Примењивост у пракси кандидатових технолошких пројеката, патената и других резултата

Кандидат је саветник на пројекту пружања подршке малим и средњим предузећима и саветовања код трансфера технологије Европске комисије и Оквирног програма за конкурентност и иновације (CIP) - Европска мрежа предузетништва у три пројектна циклуса (2008-2010, 2011-2012, и 2013-2014).

Кандидат има један патент реализован на међународном нивоу:  
Н. Kusumi, Т. Blachowicz, Н. Yanagihara, М. De Weser, Ј. Ambeck-Madesen, G. Othmezouri, **I. Stanković**, R. Funayama, K. Sakai,  
Quantum Motor,  
World Intellectual Property Organization Pub. No.: WO/2008/084559.

#### 4. Квалитет научних резултата

Кандидат је у свом научном раду објавио укупно **16 радова** у међународним часописима са ISI листе, од чега **12 категорије M21** (врхунски међународни часописи), **2 категорије M22** (истакнути међународни часописи са ISI листе) и **2 категорије M23** (међународни часописи са ISI листе).

У категорији M21 кандидат је објавио радове у следећим часописима:

Physical Review E - 4 рада (сума ИФ=9.4620)  
Computer Physics Communications - два рада (сума ИФ=4.282)  
Multiscale Modeling and Simulations, Topics in Catalysis, Journal of Physics D:  
Applied Physics, Physical Review B, Journal of Physical Chemistry C,  
Combustion and Flame – по један рад (укупан ИФ=21.9120)

**Укупан импакт фактор** радова кандидата у горњим часописима категорије M21 је **35.6**.

Према Science Citation Index-у, научни радови кандидата су **цитирани 46 пута** (не укључујући самоцитате). **Од избора у претходно звање, кандидат је објавио 8 M21 радова.**

Допринос кандидата радовима из категорије M21 може се сумирати на следећи начин:

Рад [13]	је проистекао из дипломског рада кандидата урађеног под руководством доц. др Драгана Инђина.
Рад [10]	је настао у оквиру сарадње са Универзитетом Лорене.
Радови [1-4]	су чинили материјал за докторску тезу кандидата.
Радови [5,11]	су настали за време рада у Тојоти Мотор Европа и после у сарадњи са истом компанијом.
Радови [6,12]	су настали у сарадњи са проф. др Милановићем и проф. др Радовановић са Електротехничког факултета у Београду.
Радови [7-9,14]	у овим радовима су водећи аутори докторанти кандидата.

Квантитативни приказ научно-истраживачких резултата др Игора Станковића од избора у претходно звање, по класификацији Министарства

Кандидат је од избора у претходно звање научног сарадника објавио осам М21 радова (64 поена), један М22 рад (5 поена), два М23 рада (6 поена), један М24 рад (3 поена), једно предавање М33 (1 поен), десет предавања М34 (5 поена), један рад у научном часопису М53 (1 поен), једно саопштење са националних скупова штампано у целини М63 (1 поен) и два М64 саопштења (0.4 поена).

Диференцијални услов од избора у претходно звање научног сарадника	потребно је да кандидат има најмање 48 поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно	Остварено
<b>Виши научни сарадник</b>	Укупно	48	<b>86,4</b>
	M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42 ≥	40	<b>79</b>
	M11+M12+M21+M22 M23+M24 ≥	28	<b>78</b>



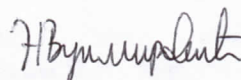
## ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду значајну вредност и оригиналност научних радова др Игора Станковића, као и његово искуство у организацији научног рада и међународној сарадњи, мишљења смо да је кандидат достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података из извештаја види се да је он у потпуности задовољио квантитативне и квалитативне услове за избор у звање виши научни сарадник који су прописани правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику да изабере др Игора Станковића у звање виши научни сарадник.

У Београду, 5. фебруара 2014. год.

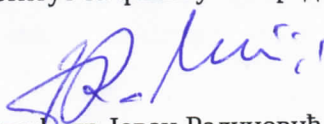
Чланови комисије:



др Ненад Вукмировић  
Виши научни сарадник  
Институт за физику Београд



др Дарко Танасковић  
Виши научни сарадник  
Институт за физику Београд



проф. др Јован Радуновић  
Редовни професор Електротехничког  
факултета Универзитета у Београду