

dr Slobodan Vrhovac, IPB  
dr Nenad Švrakić, IPB  
dr Sunčica Elezović-Hadžić, FFUB

## Izveštaj za izbor u zvanje naučni saradnik za saradnika Instituta za fiziku Beograd Juliju Šćepanović

Na sednici Naučnog veća Instituta za fiziku, održanoj 15. 06. 2014. godine, imenovani smo u komisiju za izbor Julije Šćepanović u zvanje *naučni saradnik*. Na navedenoj sednici pokrenut je postupak za njen izbor u zvanje naučni saradnik.

Pregledom materijala koji nam je dostavljen, kao i na osnovu ličnog poznavanja kandidata i uvida u njegov naučni rad, Naučnom veću Instituta za fiziku Beograd podnosimo sledeći

### Izveštaj

#### **Osnovni biografski podaci**

Julija Šćepanović (1980) je osnovnu i srednju školu završila u Beogradu. Diplomirala je na Matematičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2008. godine, na smeru astrofizika. U Institutu za fiziku počela je da radi 2011. godine. Doktorske sudije, koje je upisala 2009. godine, završila je u predviđenom roku sa najvišom ocenom. Doktorsku disertaciju radila je u Laboratoriji za primenu računara u nauci Instituta za fiziku pod rukovodstvom dr Slobodana Vrhovca. Doktorsku disertaciju sa naslovom "Relaksaciona svojstva modela subdifuzivnog gasa na trougaonoj rešetki" odbranila je 2014. godine na Fizičkom fakultetu u Beogradu. Sada je angažovana na projektu Ministarstva za prosvetu i nauku ON171017. Na pomenutom projektu bavi se numeričkim i eksperimentalnim proučavanjem fizičkih osobina parcijalno uređenih kompleksnih sistema, pre svega granularnih materijala.

## Naučna aktivnost kandidata

Naučni doprinosi Julije Šćepanović spadaju u domen *fizike razuređenih sistema*. Njena naučna aktivnost obuhvata proučavanje transportnih svojstava razuređenih sistema kao što su porozni materijali, staklasti sistemi i granularni materijali. Osnovni ciljevi njenog rada vezani su za bolje razumevanje fenomena anomalne difuzije u sistemima kao što su mikro-porozni materijali i super-ohlađene tečnosti.

Pregled osnovnih rezultata naučnih istraživanja Julije Šćepanović biće prezentovan u vidu rezimea radova koje je kandidat objavio u međunarodnim časopisima (samo kategorije M21 i M22).

Radovi publikovani iz oblasti fizike parcijalno uređenih sistema su:

- J. R. Šćepanović, I. Lončarević, Lj. Budinski Petković, Z. M. Jakšić, and S. B. Vrhovac, "Relaxation properties in diffusive model of dimers with constrained movements on a triangular lattice", *Phys. Rev. E* **84**, 031109 (2011); (M21, IF=2.255(2011), 6/55 Physics, Mathematical; P=8).
- J. R. Šćepanović, Lj. Budinski-Petković, I. Lončarević, M. Petković, Z. M. Jakšić, and S. B. Vrhovac, "Relaxation properties in a diffusive model of extended objects on a triangular lattice", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **392**, 1153 - 1163, (2013); (M21, IF=1.374(2011), 25/84 Physics, Multidisciplinary; P=8).

Naučna aktivnost J. Šćepanović obuhvata proučavanje transportnih svojstava razuređenih sistema kao što su porozni materijali, staklasti sistemi i granularni materijali. Ona je u svom radu koristila numeričke simulacije modelnih gasova na dvo-dimenzionalnim rešetkama koji su bazirani na konceptu geometrijske frustracije. Osnovni ciljevi njenog rada vezani su za bolje razumevanje fenomena anomalne difuzije u sistemima kao što su mikro-porozni materijali i super-ohlađene tečnosti. Subdifuzivni transport karakteriše sublinearna zavisnost srednjeg kvadratnog pomeraja čestica od vremena. J. Šćepanović je koristila model subdifuzivnog gasa na triangularnoj rešetki koji ima

translacione i rotacione stepene slobode. Taj model je uspešno reprodukovao neka važna svojstva staklastih sistema. Pre svega, izučavanjem van Hove-ove korelacione funkcije pokazano je prisustvo dinamičkih heterogenosti u sistemu. Pokazano je da supresija rotacionih stepeni slobode ima važnu ulogu za pojavu subdifuzivnog režima transporta. Potpuno ukidanje rotacije omogućilo je proučavanje poroznih sistema koje karakteriše pojava "single-file" difuzije (difuzija duž kanala u kome ne može doći do mimoilaženja čestica). Relaksaciona vremena u sistemu su određivana praćenjem vremenske zavisnosti korelacione funkcije rasejanja (self-intermediate scattering function). U skladu sa predikcijama teorije spregnutih moda dobijena je stepena divergencija vremena relaksacije korelacione funkcije rasejanja i inverznog difuzionog koeficijenta, sa istim eksponentom u oba slučaja. U slučaju objekata koji su linearni segmenti (k-meri) nije primećena pojava strukturne zarobljenosti u sistemu. Model je generalizovan tako da objekti mogu biti složene samonepresecajuće šetnje na triangularnoj rešetki, što je omogućilo analizu uticaja veličine i simetrije objekata na subdifuzivni transport, pre svega u super-ohlađenim tečnostima.

Osim toga, proučavana su perkolaciona svojstva modela slučajne sekvencijalne adsorpcije složenih objekata na triangularnoj rešetki sa ciljem da ona budu dovedena u vezu sa subdifuzivnom dinamikom odgovarajućeg gasa na rešetki. Preliminarni rezultati ukazali su na to da za razne objekte iste dužine, prag za perkolacije kompaktnih objekata ima veću vrednost od praga koji odgovara izduženim, anizotropnim objektima. Nađeno je da u blizini praga za perkolacije, korelacione funkcije rasejanja isčezavaju kao stepena funkcija, za dovoljno male talasne vektore. Ispod praga za perkolacije, korelacione funkcije za velika vremena opadaju u skladu sa Kohlrausch-Williams-Watts zakonom. Za svaki proučavani objekat, vreme relaksacije sistema (gasa na rešetki) divergira kada gustina sistema teži odgovarajućoj kritičnoj gustini. Kritična gustina zavisi od geometrijskih svojstava objekta i uvek je viša od vrednosti perkolacionog praga za taj objekat. Za sve objekte, osim k-mera, kritična gustina ima vrednost manju od vrednosti gustine zagušenja (jamming density), što ukazuje na postojanje strukturne zarobljenosti sistema. Prethodno navedena dinamička svojstva sistema su u skladu sa rezultatima dobijenim u raznim modelima koji se bave formiranjem gelova.

Radovi publikovani iz oblasti fizike granularnih materijala su:

- S. Živković, Z. M. Jakšić, J. R. Šćepanović, I. Lončarević, Lj. Budinski-Petković, and S. B. Vrhovac,  
“Fractional kinetic model for granular compaction”,  
*Eur. Phys. J. B*, **86**, 461, (2013);  
(M22, IF=1.493(2012), 34/68 Physics, Condensed Matter; P=5).

Predmet istraživanja J. Šćepanović je analiza procesa kompaktifikacije granularnog sistema pod uticajem vertikalnih vibracija. Problematika spada u najaktuelniji deo fizike granularnih materijala. Manipulacija granularnim materijalima prilikom dobijanja metala, legura, keramika, stakala, plastičnih materijala i betona je nezaobilazan tehnološki proces. Zato, dublje razumevanje ponašanja granularnih materijala može da doprinese ogromnim uštedama tokom raznih tehnoloških procesa. Vibraciona kompaktifikacija je jedan od najčešće korišćenih postupaka u industriji koji još uvek nije dovoljno dobro istražen i shvaćen.

Izgrađen je model kompaktifikacije zasnovan na specifičnim svojstvima stohastičkih procesa frakcionog tipa koji adekvatno odslikavaju mikrostrukturalne transformacije granularnog pakovanja tokom procesa vibracione kompaktifikacije. U modelu se pretpostavlja da postoje samo dve moguće orijentacije granula. Orijetacijom je određen slobodni prostor (šupljina) koji granula generiše u svom neposrednom okruženju. Imajući za cilj jednostavnu imitaciju procesa kompaktifikacije granularnog materijala pod uticajem slabe eksterne pobude, pretpostavlja se da je prebacivanje granula iz jednog stanja orijentacije u drugo moguće opisati pogodno izabranim stohastičkim procesom. Zapravo, interakcija granula sa okolnim granulama je stohastički proces i ona je formalno inkorporirana u model kroz metod subordinacije stohastičkih procesa u vremenu. Osnovna fizička ideja tog pristupa je da vremenske intervale između uzastopnih preorijentacija objekata u modelu određuje pogodno izabrana distribucija vremena čekanja. Izborom ovog stohastičkog procesa obezbeđuje se neophodno svojstvo modela da reprodukuje sporu dinamiku kompaktifikacije i memorijske efekte. Iako je model dovoljno jednostavan da dozvoljava analitički tretman, teorijski rezultati su potkrepljeni numeričkim simulacijama odgovarajućih stohastičkih procesa frakcionog tipa.

## Zaključak komisije

Koleginica Julija Šćepanović je tokom izrade doktorske disertacije ostvarila niz naučnih doprinosa iz oblasti statističke fizike površina, poroznih, staklastih i granularnih materijala. Na osnovu izloženog, Komisija zaključuje da Julija Šćepanović ispunjava uslove za izbor u zvanje *naučni saradnik*, propisane od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije. Zato Naučnom veću Instituta za fiziku Beograd predlažemo da donese odluku o prihvatanju predloga za izbor Julije Šćepanović u zvanje naučni saradnik.

### Članovi komisije

dr Slobodan Vrhovac  
*naučni savetnik, IPB*

dr Nenad Švrakić  
*viši naučni savetnik, IPB*

dr Sunčica Elezović-Hadžić  
*redovni profesor, FFUB*