

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за реизбор др Јулије Шћепановић у звање научни сарадник

На основу захтева који је др Јулија Шћепановић поднела 17.12.2019. године, Научно веће Института за физику у Београду именовало нас је за комисију за реизбор др Јулије Шћепановић у звање научног сарадника.

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

Биографија др Јулије Шћепановић

Јулија Шћепановић (1980) рођена је у Београду где завршава основну и средњу школу (Трећу београдску гимназију). Основне академске студије на Математичком факултету Универзитета у Београду, смер Астрофизика завршава 2008. Године са просечном оценом 8.27.

Академске 2009/2010. године уписује докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Примењена и компјутерска физика које завршава 2014. године. Докторску дисертацију под називом *Релаксациона својства модела субдифузивног гаса на троуганој решетки* радила је у Лабораторији за примену рачунара у науци Института за физику под руководством др Слободана Врховца, научног саветника Института за физику у Београду.

У Институту за физику запослена је од 2011. године. Ангажована је на пројекту Министарства за просвету и науку “Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система” ON171017. На поменутом пројекту бави се нумеричким и експерименталним проучавањем процеса у разним неравнотежним системима, као што су порозни материјали, стакласти системи и грануларни материјали. До избора у звање научног сарадника објавила је 2 рада категорије M21 и један рад категорије M22. Учесник је неколико међународних школа и конференција на којима је представила своја истраживања.

У звање научни сарадник изабрана је 25.3.2015. године. Од тог тренутка објавила је 1 рад категорије M21a, 3 рада категорије M21 и један рад категорије M23. На два рада је први аутор.

Преглед научне активности др Јулије Шћепановић

Јулија Шћепановић започела је свој истраживачки рад у Лабораторији за примену рачунара у науци Института за физику Београд 2008. године, где је запослена од 2011.

године. Од 2015. године члан је Лабораторије за статистичку физику комплексних система.

Научне области којима се бавила обухватају проучавање транспортних својстава разуређених система, као што су порозни материјали, стакласти системи и грануларни материјали. Основни циљеви њеног рада били су боље разумевање феномена аномалне дифузије у системима као што су микро-порозни материјали и супер-охлађене течности. Осим тога, направила је искорак ка новој проблематици која се бави проучавањима неких комплексних система применом agent-based модела.

Преглед основних резултата научних истраживања Јулије Шћепановић биће презентован у виду резимеа радова које је објавила у међународним часописима.

- D. Stojiljković, J. R. Šćepanović, S. B. Vrhovac and N. M. Švrakić, “Structural properties of particle deposits at heterogeneous surfaces”, *J. Stat. Mech.: Theory and Experiment*, **P06032**, (2015). (M21a)

Изучавани су процеси депозиције честица на хетерогеним супстратима. Метод случајне секвенцијалне адсорпције је коришћен за анализу депозиције сферних нано-честица на неуниформном планарном супстрату. Неуниформност површине је моделована њеним прекривањем квадратним ћелијама фиксне оријентације. При томе се ћелије распоређују у чворовима квадратне решетке. У моделу се претпоставља да се адсорпција сферне честице врши само уколико се њен центар налази унутар неке квадратне ћелије. Својства система у стању прекривености загушења је анализирана за квадратне ћелије разних величина и иницијалних густина прекривања. Нумеричким симулацијама анализира се кинетика процеса адсорпције и структура депозита у стању загушења. Структурна својства покривача су анализирана коришћењем радијалне дистрибуције $g(r)$ и дистрибуције Delaunay-ве слободне запремине $P(v)$. Променом величине ћелија и растојања између њих могуће је изучавати динамику процеса адсорпције на граници између депозиције на континуалном супстрату и депозиције на дискретном супстрату (решетки). Резултати показују да за ћелије чија је страница мања од $(1/2)^{0.5}$ и које се налазе на довољно малом растојању, асимптотски прилаз система густине загушења је алгебарски, као у случају када је супстрат хомоген. Са повећањем растојања између ћелија пораст густине система ка густини загушења у току времена постаје све ближи експоненцијалној зависности. Другим речима, предложени модел дозвољава интерполацију кинетике депозиције између континуалног и дискретног супстрата, а тиме и изучавање механизма који доводе до промене асимптотског понашања покривености супстрата. Резултати сугеришу да порозност депозита може бити контролисана величином и обликом адсорбујућих (предепонованих) ћелија и анизотропијом њихове депозиције. Јулија Шћепановић учествовала је у анализи и интерпретацији добијених резултата.

- J. R. Šćepanović, D. Stojiljković, Z. M. Jakšić, Lj. Budinski-Petković and S. B. Vrhovac, “Response properties in the generalized random sequential adsorption model on a triangular lattice”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **451**, 213 – 226, (2016). (M21a)

На моделу реверзибилне секвенцијалне адсорпције анализиране су могућности оптимизације процеса компактификације грануларних материјала променама интензитета

екстерне побуде. Циљ истраживања је био истражити како промене вероватноће десорпције убрзавају, или успоравају пораст густине током процеса реверзибилне депозиције. Анализиран је утицај геометријских својстава депонованих објеката на одговор система на тренутну пертурбацију вероватноће десорпције (тј. на тренутно смањење интензитета побуде). Посебна пажња је посвећена симетријским својствима објеката у моделу, јер се она могу довести у везу са материјалним својствима грануларног материјала (нееластичност, дисипативност судара и коефицијент трења гранула). Показано је да се процес реверзибилне депозиције високо симетричних објеката знатно лошије оптимизује од депозиције објеката ниже симетрије уколико се вероватноћа десорпције скоковито мења. Разлог за то су меморијски ефекти који битно зависе од ротационе симетрије објеката. Анализом дво-временске корелационе функције густине показано је да су меморијски ефекти знатно више изражени код процеса депозиције објеката више симетрије. Овај резултат указује на то да је процес компактификације грубих и изразито нееластичних гранула знатно теже ефикасно оптимизовати временски зависном побудом. Осим тога, анализом процеса реверзибилне депозиције бинарних смеша објеката разних ротационих симетрија показано је да динамички одговор система на наглу промену интензитета побуде контролише објекат ниже симетрије. Јулија Шћепановић је изградила модел, учествовала у прикупљању података, њиховој анализи, интерпретацији и писању рада.

- Z. M. Jakšić, M. Cvetković, J. R. Šćepanović, I. Lončarević, Lj. Budinski-Petković and S. B. Vrhovac, “The electrical resistance decay of a 3etallic granular packing”, *Eur. Phys. J. B*, **90**, 108, (2017). (M23)

Развијен је експеримент којим је изучавана електрична проводност грануларног материјала у условима малих струја (10^{-3} А). Мерења су показала да је у описаном струјном режиму, отпорност грануларног материјала величина која се мења у току времена. Предмет истраживања је била ова веома спора релаксација проводности. Анализирани су узроци њеног настанка. Мерења су извршена на грануларним паковањима формираним у једној и две димензије. Мерења на планарним грануларним паковањима омогућавају успостављање везе између проводности и микроструктуралних својстава система. Такође је анализиран утицај ефективне гравитације на електричну проводност грануларног система. Мерења су показала да за пораст проводности статичког грануларног паковања нису одговорне структурне промене система. Постоје јаке експерименталне индикације да до пораста проводности долази искључиво због процеса који се локално дешавају на појединачним контактима између гранула.

Један од основних циљева била је изградња електро-механичког модела контакта који може репродуковати веома спору временску релаксацију проводности. Предложени модел контакта почива на субординацији стохастичких процеса. Претпоставља се да микроконтакти који постоје у области додира две грануле настају и нестају услед термално-механичких ефеката. Овај стохастички процес се спреже са другим процесом који дефинише трајање временских интервала између узастопних промена стања неког микроконтакта. Претпостављајући да се ови случајни временски интервали генеришу из функција расподеле које немају коначне моменте, субординацијом се добија резултујући процес који је описан фракционим кинетичком једначином. Добијена једначина се може аналитички решити чиме се добија детаљан квантитативни опис временске релаксације

проводности. Експериментално је показано је да се временска еволуција проводности може описати Mittag-Leffler функцијом, што је у сагласности са предложеним моделом. Јулија Шћепановић је учествовала у изградњи и реализацији експеримента, анализи резултата, као и у њиховој интерпретацији.

- Lj. Budinski-Petković, I. Lončarević, D. Dujak, A. Karač, J. R. Šćepanović, Z. M. Jakšić and S. B. Vrhovac, “Particles morphology effects in random sequential adsorption”, *Phys. Rev. E*, **95**, 022114, (2017). (M21)

Анализирана је динамика процеса депозиције “нарастајућих” објеката разних облика на планарној триангуларној решетки. Објекти су генерисани као самонепресечајуће шетње на триангуларној решетки. При томе величина објеката је поступно увећавана “намотавањем” шетње на неколико различитих начина. На тај начин се добијају велике колекције објеката разних величина и симетрија (твз. “нарастајући” троуглови, ромбови и шестоуглови). Резултати показују да одлучујући утицај на динамику касне фазе депозиције има ред осе симетрије објекта. Нађено је да је прилазак граници загушења експоненцијалан за све облике и да се кинетика тог процеса успорава са опадањем реда симетрије објеката. Време релаксације σ је искључиво одређено редом симетрије објекта n_s и важи $\sigma = 6/n_s$ за троугаону решетку. За мале објекте густина загушења брзо опада са порастом величине објеката без обзира на облик. Али за довољно велике објекте промена облика далеко више утиче на величину границе загушења него промена величине. Вероватноћа за уметање новог објекта на решетку $P(n)$ се може описати производом степене и субекспоненцијалне функције у широком опсегу густина испод густине загушења. При томе, доведени су у везу параметара фита вероватноће $P(n)$ са дескрипторима облика којима су окарактерисани депоновани објекти. Јулија Шћепановић учествовала је у изградњи модела и реализацији веома захтевних нумеричких симулација, као и у анализи и интерпретацији добијених резултата.

- J. R. Šćepanović, A. Karač, Z. M. Jakšić, Lj. Budinski-Petković, and S. B. Vrhovac, “Group chase and escape in the presence of obstacles”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **525**, 450 – 465, (2019). (M21)

Развијен је модел групног лова и бегства којим је анализирана динамика еволуције две врсте (ловаца и жртви) у окружењу које садржи препреке. Обе врсте могу утицати на своје кретање на основу „визуелне“ перцепције унутар коначног опсега посматрања. У моделу су анализирана два алгоритма трагања за жртвама и избегавања ловаца. Monte Carlo симулације су извршене на квадратној решетки, при чему су препреке представљене објектима разних облика и величина. Показано је да временска еволуција броја жртви може бити описана субекспоненцијалном функцијом без обзира да ли су препреке присутне или не. Карактеристично време живота жртви је степена функција њихове почетне густине. Поређене су временске зависности броја жртви за разне опсеге перцепције којом располажу обе врсте. Јулија Шћепановић је иницирала ова истраживања, изградила нумеричке моделе и учествовала у писању рада.

Током септембра 2017. године била је учесник конференције YUCOMAT у Херцег Новом, Црна Гора, где је одржала предавање под називом *Particle morphology effects in random sequential adsorption*.

Током 2019. поново је учествовала на истој конференцији где је представила рад под називом *Group chase and escape in the presence of obstacles*.

Елементи за квалитативну оцену научног доприноса

1. Квалитет научних резултата

1.1 Значај научних резултата

Испитивање грануларних материјала је веома актуелна област физике током последње две и по деценије. Особине грануларних система могу се схватити анализом њихових микроструктуралних својстава, које се веома тешко могу добити у експериментима. Веома захтевне нумеричке симулације молекуларно-динамичког типа су један од путева ка остварењу истог циља. Међутим, често се прибегава изградњи нумеричких модела који имитирају овакве системе и могу дати значајан увид у њихово понашање. Кандидаткиња је на релативно једноставном моделу реверзибилне секвенцијалне адсорпције анализирала могућности оптимизације процеса компактификације грануларних материјала променама интензитета екстерне побуде. При томе је посебна пажња посвећена симетријским својствима објеката у моделу, јер се она могу довести у везу са материјалним својствима грануларног материјала (нееластичност, дисипативност судара и коефицијент трења гранула). Добијени резултати указују на то да је процес компактификације грубих и изразито нееластичних гранула знатно теже ефикасно оптимизовати временски зависном побудом од процеса у системима са слабо дисипативним гранулама.

Јулија Шћепановић је самостално направила искорак ка изучавању комплексних система који се могу описати *agent-based* моделима. Модели ловац-жртва су поново постали актуелни у последњих 20 година захваљујући развоју комјутерских техника. Развојем оригиналног модела она је указала на разне утицаје које хетерогености окружења (присуство препрека) могу да имају на временску еволуцију агената у случајевима групног лова.

1.2. Параметри квалитета часописа

- 1 рад у међународном часопису изузетних вредности *Journal of Statistical Mechanics* (IF = 2.404, SNIP = 0.728)
- 2 рада у врхунском међународном часопису *Physica A* (IF = 2.500, SNIP = 1.214)
- 1 истакнути међународни часопис *European Physical Journal B* (IF = 1.368, SNIP = 0.635)
- 1 рад у врхунском међународном часопису *Physical Review E* (IF = 2.380, SNIP = 1.005)

Укупан импак фактор износи 11.152.

1.3 Подаци о цитираност

Према званичној Scopus бази радови Јулије Шћепановић су укупно цитирани 10 пута без ауоцитата. Према овој бази Хиршов индекс кандидаткиње износи $H=2$.

1.4 Додатни библиометријски показатељи

Додатни библиометријски параметри су приказани у следећој табели:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	11.152	37	4.796
Усредњено по чланку	2.231	7.4	0.959
Усредњено по аутору	2.064	6.852	0.888

2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Два рада кандидаткиње имају више од 5 аутора, односно један М21 има 6, други М23 7 аутора, тако да они не иду са пуном тежином, па укупно М бодова кандидаткиње са нормирањем износи 34.81 бодова.

3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је учествовала на следећим пројектима:

- пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ON171017: Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система.

4. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидаткиње се огледа у броју цитата који су наведени у тачки 1. Овог прилога, као и у прилогу о цитираности и Елементима за квалитативну и квантитативну оцену научног доприноса. У тачки 1. Је такође описан значај научних резултата.

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

Кандидаткиња је све своје истраживачке активности реализовала у Институту за физику Београд. Кандидаткиња је дала битан допринос објављеним радовима.

Њен допринос се огледа у овладавању нумеричком процедуром и изградњом модела, добијању, интерпретацији и презентацији нумеричких резултата, теоријском побољшању модела, писању радова и учествовању у експериментима.

Елементи за квантитативну оцену научног доприноса

Остварени М-бодови по категоријама публикација

Категорија	М-бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М-бодова
M21a	10	1	10
M21	8	3	24
M23	3	1	3
M33	0.5	2	1

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за реизбор у звање научног сарадника

	Потребно	Остварено
Укупно	16	38
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	38
M11+M12+M21+M22+M23	6	37

Закључак и предлог

Др Јулија Шћепановић у потпуности испуњава све услове за реизбор у звање научног сарадника предвиђене Правилником просвете, науке и технолошког развоја о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача. Током рада остварила је оригиналне и међународно запажене резултате које је представљала на међународним конференцијама. Том приликом је развила потребан степен самосталности.

Имајући у виду квалитет њеног-истраживачког рада и достигнут степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо да се донесе одлука о реизбору др Јулије Шћепановић у звање научног сарадника.

Београд, 27.12.2019.

Чланови комисије:

Врхованц Слободан

Др Слободан Врховац
научни саветник
Универзитет у Београду – Институт за физику

С. Елезић-Хацић

Др Сунчица Елезовић-Хацић
редовни професор
Универзитет у Београду – Физички факултет

Душан Арсенић

Др Душан Арсенић
научни саветник
Универзитет у Београду – Институт за физику