

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

Датум

Извештај комисије за избор др Ане Вранић у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 01. 08. 2023. године именовани смо у комисију за избор др Ане Вранић у звање научни сарадник.

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 овај извештај.

1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТКИЊИ

Ана Вранић је рођена 23. новембра 1993. године у Чачку, где је завршила основну школу и Гимназију, обе са Вуковом дипломом. Након тога је уписала основне академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика, где је дипломирала 2016. године са просечном оценом 9,24. Исте године уписала је мастер академске студије на Физичком факултету, смер Теоријска и експериментална физика и завршила их 2017. године са просечном оценом 10,00. Мастер рад под називом „Термодинамика и транспорт електрона у Хабардовом моделу на троугаоној решетци“ урадила је под менторством др Дарка Танасковића у оквиру Лабораторије за примену рачунара у науци Института за физику у Београду. У току летњег семестра 2016/2017. године Ана је посетила Институт Јожеф Стефан у Љубљани у склопу израде мастер рада, при чему је била и стипендиста СЕЕПУС програма. Наредне године је добила награду „Проф. др Љубомир Ћирковић“ за најбољи мастер рад одбрањен на Физичком факултету Универзитета у Београду.

Новембра 2017. године је уписала докторске академске студије на Физичком факултету из уже научне области физика кондензоване материје и статистичка физика. Докторску дисертацију под називом “Evolving Complex Networks: Structure and Dynamics” (“Растуће комплексне мрежа: структура и динамика”) из области статистичке физике комплексних система под менторством др Марије Митровић Данкулов одбранила је јула 2023. године. Запослена је 2018. године у Лабораторији за примену рачунара у науци у оквиру Центра изузетних вредности за изучавање комплексних система Института за физику у Београду. Од запослења је радила на пројекту „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система“ (ОН171017) Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, којим је руководио др Антун Балаж. Била је ангажована и на пројекту „Artificial Intelligence Theoretical Foundations for Advanced Spatio-Temporal Modelling of Data and Processes“ (ATLAS) Фонда за науку Републике Србије. Тренутно је ангажована на пројекту “Platform for REmote development of Autonomous Driving algorithms in realistic environment” (READ) којим руководи др Марија Митровић Данкулов, финансираног у оквиру програма Сарадња науке и привреде Фонда за иновациону делатност.

Из теме доктората, Ана је објавила један рад категорије M21a, два рада категорије M21 и девет саопштења са међународних скупова у изводу категорије M34. Поред тога, на темама које нису везане за тему доктората објавила је један M21 рад. Ана Вранић је била полазник школа за студенте докторских студија Spring College of Complex Systems у International Centre for Theoretical Physics (ICTP) у Трсту (Италија), као и Complexity72h у IMT School for Advanced Studies у Луки (Италија).

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Научно истраживачки рад др Ане Вранић је у области статистичке физике и односи се на проучавање комплексних система и теорије комплексних мрежа. Методи статистичке физике и методи комплексних мрежа се успешно могу применити на социоекономске системе, што је довело до развоја социофизике. Применом ових метода, др Ана Вранић анализира структуру и динамику социјалних мрежа у различитим онлајн и офлајн заједницама.

У стандардним моделима који описују еволуцију комплексних мрежа, подразумева се да мрежа расте линеарно. Међутим раст реалних заједница није константан у времену, па се као једно од важних питања намеће како промена броја нових чланова који се придружују систему може да измени структуру комплексне мреже. Број нових чланова се може представити сигналом. У истраживачком раду кандидаткиње је модел раста комплексних мрежа, који као параметре узима степен и старост чвора, прилагођен како би се анализирао утицај особина сигнала раста на структуру моделираних мрежа. За разлику од Поасоновог сигнала у коме налазимо краткодометне корелације, код сигнала раста реалних заједница срећу се дугодометне корелације, мултифракталност, али и трендови који су типични за активност људи. У свом научном раду, Ана Вранић је показала да постоји критичан регион параметара модела где се јављају значајне разлике у повезаности међу чворовима када се упореде мреже које су генерисане константним сигналом раста и оне код којих је сигнал раста узет из реалних података. Мреже које су расле под утицајем временски зависне побуде су кластерисане и корелисане, за разлику од мрежа генерисаних додавањем константног броја чворова. Такође, на структуру мреже већи утицај имају сигнали са дугодометним корелацијама и мултифракталним особинама. Добијени резултати кандидаткиње указују на то да у моделима раста комплексних мрежа сигнал раста представља важан параметар који се мора узети у обзир као параметар приликом моделирања комплексних социјалних система. Резултати овог истраживања су представљени у публикацији:

- **A. Vranić** and M. Mitrović Dankulov,
Growth signals determine the topology of evolving networks,
J. Stat. Mech.: Theory Exp. **2021**, 013405 (2021).

Поред тога, Ана Вранић се бавила и анализом раста социјалних заједница. Применом емпиријске анализе и теоријског моделирања објаснила је динамику раста социјалних група и сегрегацију појединаца у социјалном систему, са акцентом на универзалне обрасце који приликом овог раста настају. Емпиријска анализа је показала да величина социјалних група у два социјална система, Meetup и Reddit, насталих у истој години и скалираних на средњу величину група насталих у тој години, прати лог-нормалну расподелу са истим параметрима чија је вредност независна од године настанка групе. Meetup групе настале на локацијама Лондон и Њујорк имају исту расподелу независно локације и времена настанка групе. Детаљна анализа је показала да Гибратов закон, често коришћен да се објасни лог-нормална крива у подацима, не може да објасни раст социјалних група јер релативни раст зависи од величине групе. Стога је кандидаткиња предложила модел раста социјалних група заснован на растућим бипартитним мрежама. У овим мрежама постоје две групе чворова, корисници и групе, док линкови представљају чланство корисника у некој групи. Параметри модела су вероватноћа за оснивање нове групе и вероватноћа да се корисник прикључи групи у којој су његови пријатељи већ чланови. Детаљна анализа модела је показала да модел може верно да репродукује вероватноће расподела скалираних величина група за оба система. Даље, кандидаткиња је показала да социјални контакти имају већи утицај при избору група код Reddit корисника него што је то случај код Meetup корисника. Резултати овог истраживања су представљени у раду:

- **A. Vranić, J. Smiljanić, and M. Mitrović Dankulov,**
Universal growth of social groups: empirical analysis and modeling,
J. Stat. Mech.: Theory Exp. **2022**, 123402 (2022).

Ана Вранић је током својих докторских студија изучавала и динамику колективног поверења, као и утицај овог поверења и структуру еволутивне мреже на одрживост социјалних заједница. Анализирала је четири пара социјалних заједница Stack Exchange мреже, њихову еволуцију као и како структура социјалне мреже и колективно поверење утичу на њихову одрживост. Сваки пар заједница чине две заједнице на исту тему, једна која је угашена после шест месеци и једна заједница која је и данас активна. Испитиване заједнице су засноване на размени питања и одговора, у којима се корисници окупљају ради дељења знања и искустава на одговарајуће теме. Кандидаткиња је проучавала заједнице које су се бавиле темама из астрономије, књижевности, економије и физике. Свака од ових заједница је у првом покушају формирања доживела неуспех, да би у другом покушају била успешна. Кандидаткиња је анализирала рану еволуцију мреже социјалних интеракција између чланова заједнице и показала да одрживе заједнице имају већу локалну кохезију и стабилнија језгра која су боље повезана са периферијом мреже. Користећи модел динамичке репутације, колегиница Вранић је показала да код одрживих заједница језгро чине чланови који имају већу просечну репутацију, односно перципирани су од стране заједнице као чланови са вишим степеном поверења него што је то случај у заједницама које су се угасиле. Резултати овог истраживања су представљени у публикацији:

- **A. Vranić, A. Tomašević, A. Alorić, and M. Mitrović Dankulov,**
Sustainability of Stack Exchange Q&A communities: the role of trust,
EPJ Data Sci. **12**, 4 (2023).

Током мастер студија, под менторством др Дарка Танасковића, Ана Вранић се бавила изучавањем јако корелисаних система. Динамичка теорија средњег поља (Dynamical Mean-Field Theory - DMFT) је метод помоћу кога се могу описати јако корелисани системи, а заснива се на решавању модела нечистоће, при чему се нелокалне електронске корелације занемарују. Међутим, поставља се питање колико су нелокалне корелације битне за опис јако корелисаних система. У раду кандидаткиње је анализиран Хабардов модел на троугаоној решетки коришћењем DMFT метода. Рачунате су проводне, термодинамичке и транспортне особине електрона, а резултати су потом поређени са резултатима коначно-температурног Lanczos метода, који укључује нелокалне корелације. На вишим температурама нелокалне корелације постају занемарљиве, тако да не постоје ни разлике између DMFT и Lanczos резултата, док је на нижим температурама та разлика мала, али се може уочити. Иако се троугаона решетка одликује магнетном фрустрацијом решетке и сопствена енергија је више локализована, слични закључци се доносе и у случају квадратне решетке. Са друге стране, у раду је показано да допринос вертекс корекција у оптичкој проводности опстаје чак и на високим температурама за оба типа решетке.

- **A. Vranić, J. Vučićević, J. Kokalj, J. Skolimowski, R. Žitko, J. Mravlje, and D. Tanasković,**
Charge Transport in the Hubbard Model at High Temperatures: Triangular Versus Square Lattice,
Phys. Rev. B **102**, 115142 (2020).

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТКИЊЕ

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. *Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова*

У свом досадашњем раду, др Ана Вранић је објавила укупно четири рада у међународним часописима, од чега један рад категорије категорије M21a (међународни часопис изузетних вредности) и три рада категорије M21 (врхунски међународни часописи). Поред тога, имала је осам саопштења на конференцијама категорије M34 и једно саопштење категорије M64.

Најзначајнији рад кандидаткиње је:

- **A. Vranić**, A. Tomašević, A. Alorić, and M. Mitrović Dankulov, Sustainability of Stack Exchange Q&A communities: the role of trust, EPJ Data Sci. **12**, 4 (2023).
M21a, ИФ=3.63 за 2021 годину
DOI: 10.1140/epjds/s13688-023-00381-x

У овом раду изучавана је еволуција социјалних мрежа Stack Exchange заједница и главни фокус је било разумевање начина на који чланови међусобно размењују знање и како њихове интеракције доводе до стабилности и одрживости заједнице. Кандидаткиња је у овом раду учествовала у прикупљању и чишћењу Stack Exchange података, као и њиховој анализи. Кандидаткиња је кориснике у Stack Exchange заједницама мапирала на временске мреже. За сваку од добијених мрежа израчунала је статистичке особине мрежа и користила је блок-стохастички модел како би одредила језгро заједнице. Модел динамичке репутације је користила да би израчунала репутацију сваког корисника у заједници. Радила је и на проналажењу оптималних параметара модела за дати систем. Анализом структуре интеракција откривено је да се код активних заједница на самом почетку ствара одрживо језгро чланова, које има високу репутацију. Активне заједнице су имале и већи кластеринг коефицијент у односу на угашене заједнице. Кандидаткиња је показала да рани развој Stack Exchange заједница може утицати на њихову одрживост у каснијим фазама. Кандидаткиња је учествовала у писању рада и била је кореспондент аутор.

3.1.2. *Цитираност научних радова кандидаткиње*

Према бази Web of Science на дан 20. 07. 2023. године, радови кандидаткиње су цитирани укупно 24 пута, без самоцитата 23 пута. Према истој бази, њен Хиршов индекс је 1.

3.1.3. *Параметри квалитета радова и часописа*

Кандидаткиња др Ана Вранић је објавила укупно четири рада у међународним часописима и то:

- 1 рад у међународном часопису изузетних вредности EPJ Data Science (ИФ = 3.630, СНИП=1.62)
- 2 рада у врхунском међународном часопису Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment (ИФ=2.234, СНИП=0.86, СНИП=0.81)
- 1 рад у врхунском међународном часопису Physical Review B (ИФ=3.575, СНИП=1.04)

Додатни библиометријски показатељи су сумирани у табели:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	11.673	34	4.33
Усредњено по чланку	2.918	8.5	1.082
Усредњено по аутору	3.280	10.309	1.253

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

Кандидаткиња је почела истраживачки рад током мастер студија на Физичком факултету Универзитета у Београду. У овом периоду је у оквиру студијске посете боравила три месеца на Институту Јожеф Стефан у Љубљани (Словенија), где је остварила сарадњу са групом са Одсека за теоријску физику. Ово је резултовало једном публикацијом у којој је кандидаткиња учествовала у формулацији и решавању проблема. Током докторских студија, др Вранић је започела са истраживањима у области комплексних система и теорије комплексних мрежа. Главни резултат овог истраживања су три рада у међународним часописима, као и већи број саопштења на конференцијама. У свим овим истраживањима кандидаткиња је учествовала у формулацији проблема, сакупљању и чишћењу података, њиховој анализи, формулисању и симулирању теоријских модела, интерпретацији резултата, као и писању радова. За две публикације је била кореспондент аутор.

3.1.5. Елементи применљивости научних резултата

Модел и методи за анализу комплексних мрежа које је кандидаткиња развила током свог истраживачког рада су искоришћени за развој алгоритама за препоруке у апликацији *60seconds*.

3.2. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Од четири рада М20 категорије, један рад кандидаткиње има четири аутора, један рад три аутора, један рад два аутора, и један рад седам аутора. Публикације кандидаткиње из категорије М34 и М64 имају четири и мање аутора.

Пошто сви радови кандидаткиње припадају категорији радова са нумеричким симулацијама, три рада из категорије М20 и све публикације М34 и М64 категорије се признају се са пуним бројем бодова, док се један рад категорије М20 нормира. На основу овога се укупан број бодова од 44,2 након нормирања смањује на 41,9, што је веома мала промена.

3.3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је учествовала у следећим пројектима:

- пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система” (ОН171017), од 2018. до 2019. године,
- пројекат Фонда за науку Републике Србије „Artificial Intelligence Theoretical Foundations for Advanced Spatio-Temporal Modelling of Data and Processes” (ATLAS), од 2020. до 2021. године,
- пројекат Фонда за иновациону делатност Републике Србије „Platform for Remote development of Autonomous Driving algorithms in realistic environment” (READ), од 2021. до 2023. године.

3.4. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидаткиње се огледа у броју цитата који су наведени у тачки 3.1.2 овог прилога, као и у прилогу о цитираности. Значај резултата кандидаткиње је такође описан у тачки 3.1.1.

3.5. Конкретан допринос кандидаткиње у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидаткиња је све своје истраживачке активности реализовала у Институту за физику у Београду. Кандидаткиња је први аутор све четири публикације из категорија М21а и М21. Свој допринос током истраживања је дала у сакупљању, чишћењу, анализи података, развоју нумеричких симулација, интерпретацији и презентовању резултата, писању радова и комуникацији са уредником и рецензентима.

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТКИЊЕ

Остварени резултати у почетка научне каријере кандидата

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Укупно М бодова са нормирањем
М21а	10	1	10	10
М21	8	3	24	21.7
М34	0.5	8	4	4
М64	0.2	1	0.2	0.2
М70	6	1	6	6

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник:

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено М бодова без нормирања	Остварено М бодова са нормирањем
Укупно	16	44.2	41.9
М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42	10	34	31.7
М11+М12+М21+М22+М23	6	34	31.7

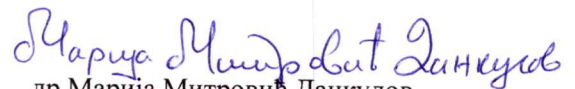
5. ЗАКЉУЧАК

Др Ана Вранић у потпуности испуњава услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања ресорног Министарства. У досадашњој каријери остварила је оригиналне и веома значајне научне резултате који нам помажу да разумемо структуру и динамику растућих комплексних мрежа, као и како ова динамика утиче на настанак и одрживост социјалних заједница. Иако се њено истраживање одвија у оквиру статистичке физике, посебно истичемо изразит степен интердисциплинарности истраживања др Ане Вранић, што додатно доприноси развоју физике и социофизике у Републици Србији.

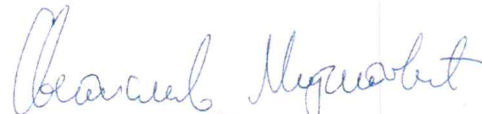
Имајући у виду квалитет њеног научноистраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Ане Вранић у звање научни сарадник.

У Београду, 03. 08. 2023. године

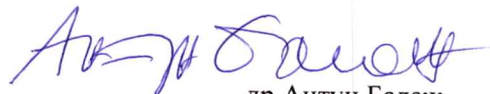
Чланови комисије:



др Марија Митровић Данкулов
виши научни сарадник
Институт за физику у Београду



др Светислав Мијатовић
доцент
Физички факултет Универзитета у Београду



др Антун Балаж
научни саветник
Институт за физику у Београду