

# Научном већу Института за физику у Београду

## Извештај комисије за избор др Александре Алорић у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 19. 09. 2017. године именовани смо у комисију за избор др Александре Алорић 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 подаци о кандидаткињи

Александра Алорић рођена је 1988. године у Београду, где је са Вуковом дипломом завршила основну школу и Математичку гимназију. Основне студије завршила је 2011. године са просеком 9.9 на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер теоријска и експериментална физика. Током студија добила је награду "Проф. др Ђорђе Живановић", била је стипендиста Фондације за развој научног и уметничког подмлатка, а затим и града Београда. Била је ангажована и као истраживач приправник на две студентске праксе, на Институту за фотонику (ICFO) у Барселони (јун-септембар 2010. године, под менторством проф. Тургут Дурдурана) и на Московском државном машинском факултету (мај-јун 2012. године, под менторством проф. Владимира Мерзликина). На Физичком факултету у Београду је 2012. године завршила и мастер студије са просечном оценом 10 и одбранила мастер рад „Квантитативна анализа детерминистичких стратегија у еволутивној затворениковој дилеми“ под менторством др Александра Богојевића.

Докторске студије уписала је у септембру 2012. године на Краљевском колеџу у Лондону (King's College London) под менторством проф. Питера Солича (Peter Sollich) у групи која се бави неуређеним системима. Иако припада одсеку за математику, истраживања у оквиру ове групе баве се превасходно статистичком физиком спинских стакала, грануларних система, али и комплексних биолошких и социо-економских система. У новембру 2016. године кандидаткиња је одбранила докторску тезу под насловом „Спонтана сегрегација адаптивних агената у аукцијама“ у којој је развијен и анализиран минимални модел интеракција аукцијског типа који доводи до колективних феномена у популацији брокера. Докторска теза је нострификована одлуком министра просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије број 612-01-01570/2017-06 од 07. 08. 2017. године. Учествовала је на великом броју радионица и школа и презентовала своје резултате на конференцијама, релевантним скуповима и семинарима. Током

докторских студија кандидаткиња је била стипендиста Краљевског колеџа у Лондону и Фонда за младе таленте „Доситеја“. Била је ангажована и као сарадник у настави на Краљевском колеџу у Лондону и два пута награђивана као Изванредни асистент (Outstanding Teaching Assistant) одсека за математику.

Од марта 2015. до марта 2017. године била је чланица одбора (Advisory Board) Мреже младих истраживача у комплексним системима (YRNCS - *Young Resesarchers Newtork on Complex Systems*), у сарадњи са којима је организовала локалне (лондонски огранак) и глобалне (сателитски скупови на Конференцији о комплексним системима 2015. и 2016. године) скупове и размене младих истраживача. У фебруару 2017. била је један од организатора Зимске радионице о комплексним системима (WWCS - *Winter Workshop on Complex Systems*) одржане у Истраживачкој станици Петница.

По повратку у Србију, др Алорић је ангажована као руководитељка програма математичко-техничких наука у Истраживачкој станици Петница. Једна је од покретача и чланица комисије новог такмичења за средњошколце - Турнир младих физичара у организацији Друштва физичара Србије. Поред науке и образовања коауторка је и више научно популарних пројеката и поставки на фестивалима науке у земљи и иностранству.

Главна тема истраживања др Алорић је примена метода статистичке физике и нумеричких метода на изучавање колективне динамике различитих комплексних система, са акцентом на колективне феномене у социо-економским системима. Др Алорић је до сада објавила један рад у врхунском међународном часопису (M21), два саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33) и више саопштења категорије M34.

## **2. Преглед научне активности**

Научни рад др Александре Алорић је у области статистичке физике и физике комплексних система. Она се бави теоријским моделовањем колективних феномена у комплексним системима. Циљ ових истраживања је објаснити како интеракције међу великим бројем актера (било да су у питању брокери, неурони, птице у јату) доводе до сложених колективних феномена као што је нпр. специјализација или синхронизација и други. У свом досадашњем истраживачком раду др Александра Алорић се бавила развојем теоријских модела који служе да се боље опишу и разумеју механизми настанка колективних феномена у социо-економским системима. Њен истраживачки рад се може груписати у две велике подтеме:

- еконофизика,
- еволуциона теорија игара.

У наредне две секције су укратко приказани главни научни доприноси кандидаткиње у оквиру ових истраживачких подобласти.

### **2.1 Еконофизика**

Последњих деценија економске науке пролазе кроз промену парадигме, те се традиционалне анализе система рационалних актера у равнотежи све чешће замењују интердисциплинарним истраживањима одговарајућих комплексних система (нпр. банака, берзи, брокера и других актера). Пошто је број равнотежних стања неретко веома велики, поставља се питања њихове селекције, али и прелазних стања. Поред тога, у току је и преиспитивање парадигме рационалног актера, те су све потребније нумеричке симулације и анализе интерагујућих система хетерогених агената са различитим степеном рационалности, али и количине информација. У том духу је и централни део докторских истраживања у тези кандидаткиње „Спонтана сегрегација адаптивних агената у аукцијама“. Истраживано је да ли је могуће да специјализација тржишта и актера настане спонтано, као последица интеракција и узајамне адаптације. Први одговори за мали број актера добијени су коришћењем теорије игара и поједностављених интеракција у играма са дискретним акцијама. У другом лимесу посматране су велике популације и развијен је опис система уз помоћ Фокер-Планкове једначине. Испоставља се да за велики број различитих тржишних механизма и једноставних трејдерских стратегија може доћи и до специјализације, тј. да постоји стабилно стање у коме је иницијална хомогеност система разбијена и сви агенти су специјализовани за једно од два тржишта. Ово стање је боље прилагођено агентима у поређењу са алтернативним стањима у којима се сви агенти понашају исто. Адаптација агената кроз учење је кључна за развој специјализације, док су параметри који утврђују врсту стабилног стања величина меморије агента и осетљивост на учење. Ови параметри у систему адаптивних агената играју веома сличну улогу коју инверзна величина система и инверзна температура имају у физичким системима. Ови резултати су представљени у следећим радовима:

- *Spontaneous Segregation of Agents Across Double Auction Markets*  
A. Alorić, P. Sollich, and P. McBurney  
Proceedings of 10th Artificial Economics Conference, Advances in Artificial Economics, Ed. F. Amblard, F. J. Miguel, A. Blanchet, 79-90, Springer (2015).
- *Emergence of cooperative long-term market loyalty in double auction markets*  
A. Alorić, P. Sollich, P. McBurney, and T. Galla  
PLoS ONE 11, e0154606 (2016).

## 2.2 Еволуциона теорија игара

У биолошким и еколошким комплексним системима еволуција природном селекцијом преузима улогу адаптације агената која је моделована учењем у социо-економским системима. Веома често се у овим системима интеракција између јединки моделује теоријом игара, па се најчешће изучавана питања тичу еволуције стратегија. Како стратегије треба схватити далеко шире од свесне акције – нпр. одзив јединке на задате спољашње услове може се третирати као стратегија – питања еволуције стратегија постају битна са аспекта биологије, али и социо-економских наука (нпр. рефлексне радње).

У оквиру мастер истраживања др Алорић је обрађивала игру затвореникова дилема, игру која се сматра најпогоднијом за опис развоја и опстанка сарадње. Посматране су детерминистичке стратегије базиране на различитој дужини предисторије (меморије) са циљем да се сазна више о комплексности стратегија. У популацијама јединки са стратегијама најкраће меморије је показано да се еволуцијом издваја само седам стратегија и њихов однос у стабилној популацији не зависи од мутације за велики број параметара.

Поред затвореникове дилеме, кандидаткиња се бави и еволутивним аукцијама. У питању су генерализоване игре за више играча који имају континуални избор могућих акција (на супрот затворениковој дилеми и сличним играма, где постоје само две акције). Примери оваквих интеракција у природи су разне врсте такмичења за ресурсе, где су од суштинске важности различите особине, попут дужине кљуна, величине стабла или временаведеног у конфликту (тзв. *War of Attrition game*). У овом контексту, стратегија је густина дистрибуције вероватноће на домену могућих акција. Испоставља се да су еволутивно стабилне стратегије углавном степене дистрибуције, а у интеракцијама у којима се нуди више од једне награде дистрибуције су бимодалне што се може интерпретирати као развој подпопулација. Међутим, концепт еволутивно стабилних стратегија је статички концепт (попут Нешове равнотеже), те је кандидаткиња увела динамички модел који се за велики број параметара стабилизује у претходно нађеним еволутивно стабилним стратегијама. Динамички модел са друге стране нуди и могућности анализе стабилности, али и других интересантних феномена, нпр. осцилације индуковане шумом (последича популација са коначним бројем јединки). Резултати овог истраживања представљени су на Конференцији о комплексним системима 2016. године, а публикација је у припреми.

### **3. Елементи за квалитативну анализу рада**

#### **3.1 Квалитет научних резултата**

##### **3.1.1 Значај научних резултата**

Кандидаткиња се у току досадашњег рада бавила теоријским моделовањем динамике у адаптивним социо-економским системима и изучавањем настанка колективних стања у овим системима. Ови системи последњих година заокупљају пажњу како физичара због својих веома разноврсних карактеристика и богате динамике, тако и економиста, јер је разумевање њихове динамике и колективних феномена од великог значаја за развој економије и опстанак модерног друштва. Кандидаткиња је дала значајни допринос у разумевању феномена специјализације тржишта и актера у социо-економским системима као последице постојања интеракција и адаптације. Уз помоћ нумеричких симулација анализира је минимални модел тржишта и показала да је сегрегација могућа, као и да време лојалности тржишту експоненцијално расте са величином меморије. Анализира је фазне дијаграме стабилних стања система у функцији параметара учења актера, као и карактеристике тржишта. Поред тога, започела је и анализу утицаја неравномерне заступљености информација о тржишту међу агентима. Њени

результати су показали да више информација не води нужно већем профиту, као и да хетерогеност информација не нарушава стабилну сегрегацију агената.

### **3.1.2 Параметри квалитета часописа**

Кандидаткиња др Александра Алорић је до сада објавила један рад у међународном часопису *PLOS One* чији је импакт фактор 3.234. Поред тога, аутор је и два саопштења са међународних скупова штампана у целини (МЗЗ).

### **3.1.3 Позитивна цитираност научних радова кандидата**

Према бази Web of Science, радови др Александре Алорић цитирани су укупно 2 пута, односно 1 пут ако се изузму аутоцитати. Њен Хиршов фактор је 1.

Прилог: подаци о цитираности из базе ISI Web of Science.

### **3.1.4 Награде**

- Награда и стипендија “Проф. др Ђорђе Живановић” за 2009. годину.
- Изванредни асистент (Outstanding Teaching Assistant) одсека за математику Краљевског колеџа у Лондону за школску годину 2013/2014.
- Изванредни асистент (Outstanding Teaching Assistant) одсека за математику Краљевског колеџа у Лондону за школску годину 2014/2015.

Прилог: сертификати о наградама.

## **3.2. Нормирање броја коауторских радова**

Сви радови кандидаткиње укључују нумеричке симулације. По Правилнику, сви радови рачунају се са пуним бројем бодова зато што имају мање од пет аутора.

## **3.3 Активност у научним и научно-стручним друштвима**

### **3.3.1 Чланство у научно-стручним друштвима**

- Др Алорић је била чланица одбора (Advisory Board) Мреже младих истраживача у комплексним системима (Young Researchers Network on Complex Systems, YRNCS) у периоду од марта 2015. до марта 2017. године.
- Од марта 2017. године је чланица одбора (Steering Committee) Зимских радионица о комплексним системима WWCS.

### 3.3.2 Организација научних скупова и састанака

- Била је координаторка сателитских скупова на Конференцијама о комплексним системима 2015. и 2016. године (YRNCS satellite at Conference on Complex Systems).
- Једна од идејних твораца и организатора месечних састанака младих истраживача у комплексним системима *Complexity Lates* одржаваних у Лондонском институту математичких наука током 2015. и 2016. године.
- Једна од организатора треће Зимске радионице о комплексним системима 2017 године одржане у Истраживачкој станици Петница и Институту за физику у Београду (WWCS - Winter Workshop on Complex Systems 2017).

Прилог: позиви за чланство у програмским и научним комитетима, веб странице конференција.

### 3.4 Ангажованост у формирању научних кадрова

- Током докторских студија кандидаткиња је била ангажована као асистент на Краљевском колеџу у Лондону на предметима Теорија комплексних мрежа, Елементи статистичког учења, Теорија колективног понашања, Теорија игара, Математичка биологија, итд.
- Од 2007. године кандидаткиња је ангажована у Истраживачкој станици Петница, прво као млађа сарадница, затим стручна сарадница, менторка на програму физике, а од 2017. и као руководитељка програма математичко-техничких наука. Током 2014. године предложила је и менторисала пројекат Ане Жегарац и Душана Дробњака: „Моделовање коеволуције две врсте – симпатричка специјација“ презентованог на 13. конференцији петничких радова „Корак у науку“, а затим објављеног у Петничким свескама бр. 73.
- Једна је од покретача новог такмичења за средњошколце – Турнир младих физичара и чланица је одговарајуће такмичарске комисије у оквиру Друштва физичара Србије.
- Била је координаторка пројекта „Физика на извол'те“ финансираног од стране Центра за промоцију науке са циљем да се научни метод промовише међу средњошколцима. Пројекат је реализован у шест градова, са преко 200 учесника на 30 радионица.

Прилог: дипломе о наградама за изванредног асистента, Веб страница Турнира младих физичара.

### 3.5 Конкретан научни допринос кандидата у реализацији резултата у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидаткиња је значајно допринела сваком раду на коме је учествовала. Од три објављена рада, два рада су урађена током докторских студија на Краљевском колеџу у Лондону (први аутор), док је један урађен током студијске летње праксе на Московском државном универзитету (последњи аутор). У радовима централним за докторску дисертацију кандидаткиња је била покретач истраживања, развила је и анализирала теоријски модел и нумеричке симулације, написала рад и била је задужена за кореспонденцију са уредницима и рецензентима часописа. У раду израђеном након студијске праксе кандидаткиња је допринела развоју и анализи нумеричких симулација и писању рада.

### 3.6 Утицај научних резултата

Значај научних резултата кандидаткиње наведен је у одељку 3.1 овог документа. Пун списак радова и цитата је у прилогу.

### 3.7 Предавања на конференцијама и одржани семинари

Кандидаткиња је одржала следећа предавања:

- **A. Alorić**, P. Sollich, P. McBurney, and T. Galla  
*Emergence of Cooperative Long-Term Market Loyalty in Double Auction Markets*  
Non-Stationarity and Ergodicity in Economic and Financial Systems, A Satellite of the Conference on Complex Systems, NEEFS@CCS16, Amsterdam, The Netherlands, September 20, 2016.
- **A. Alorić**, T. Galla, and P. Sollich  
*Noise-induced Cycles in Biological Auctions*  
Conference on Complex Systems, CCS'16, Amsterdam, The Netherlands, September 19 - 22, 2016.
- **A. Alorić**, and P. Sollich  
*Emergence of Cooperative Long-term Market Loyalty in Double Auction Markets*  
The 26<sup>th</sup> IUPAP International conference on Statistical Physics, Statphys 26, Lyon, France, July 18 - 22, 2016.
- **A. Alorić**  
*Emergence of Cooperative Long-Term Market Loyalty in Double Auction Markets*  
SCL Seminar, Institute of physics Belgrade, Serbia, June 2016.
- **A. Alorić**  
*Emergence of Cooperative Long-Term Market Loyalty in Double Auction Markets*

The 2016 Open Statistical Physics meeting, Open University London, UK, April 2016.

- **A. Alorić**  
*Emergence of Cooperative Long-Term Market Loyalty in Double Auction Markets*  
Game Theory Seminar, Stony Brook University, NY, USA, September 2015.
- **A. Alorić, P. Sollich, and P. McBurney**  
*Spontaneous Segregation of Agents Across Double Auction Markets*  
The 10<sup>th</sup> Conference on Web and Internet Economics, WINE, Beijing, China, December 14-17, 2014.
- **A. Alorić**  
*Spontaneous Segregations of Agents Across Double Auction Markets*  
Finance Research and Industry Group, Leicester Institute of Finance Seminar, UK, October 2014.
- **A. Alorić, P. Sollich, and P. McBurney**  
*Spontaneous Segregation of Agents Across Double Auction Markets*  
10<sup>th</sup> Artificial Economics Conference, Barcelona, Spain, September 2-3, 2014.
- **A. Alorić**  
*Spontaneous Segregations of Agents Across Double Auction Markets*  
Mini-Conference on Statistical Mechanics of Glassy and Complex Systems, King's College London, UK, May 2014.
- **A. Alorić**  
*Spontaneous Segregations of Agents Across Double Auction Markets*  
London Mathematical Laboratory, UK, March 2014.
- **A. Alorić**  
*Spontaneous Segregations of Agents Across Double Auction Markets*  
Institute of Physics, Nonlinear and Complex Physics Group Summer Networking Event, Oxford, UK, June 2013.

Прилози: позивна писма за учешће на konferenciјama, Веб сајтови konferenciја, изводи из књига апстраката.



#### 4. Елементи за квантитативну анализу рада

Остварени М бодови по категоријама дати су у табели. Према бази Web of Science, радови др Александре Алорић цитирани су укупно 2 пута, односно 1 пут ако се изузму аутоцитати. Њен Хиршов фактор је 1.

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
M21	8	1	<b>8</b>
M33	1	2	<b>2</b>
M34	0.5	4	<b>2</b>
M70	6	1	<b>6</b>

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник:

М категорије	Услов	Остварено
Укупно	16	<b>18</b>
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	<b>10</b>
M11+M12+M21+M22+M23+M24	6	<b>8</b>


## ЗАКЉУЧАК


Др Александра Алорић у потпуности испуњава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање научни сарадник прописане Правилником о поступку, начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Током рада на докторској дисертацији остварила је оригиналне и међународно запажене резултате, и стекла значајно искуство у међународној сарадњи, раду у научно-стручним телима, као и у педагошком раду.


Имајући у виду квалитет њеног истраживачког рада и достигнут 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 Александре Алорић у звање научни сарадник.


У Београду, 20. 09. 2017. године

Чланови комисије:

  
др Марија Митровић Данкулов  
научни сарадник  
Институт за физику у Београду

  
др Александар Богојевић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду

  
др Антун Балаж  
научни саветник  
Институт за физику у Београду

  
проф. др Сунчица Елезовић Хацић  
редовни професор Физичког факултета  
Универзитета у Београду