

## ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ

ПРИМЉЕНО:		01.03.2023	
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
Ф01	273/1		

### Научном већу Института за физику у Београду

**Предмет: Мишљење руководиоца лабораторије о избору др Марије Митровић Данкулов у звање научни саветник**

Др Марија Митровић Данкулов је запослена у Лабораторији за примену рачунара у науци, у оквиру Националног центра изузетних вредности за изучавање комплексних система Института за физику у Београду. У истраживачком раду бави се темама везаним за проучавање комплексних мрежа и моделирања социо-економских система. С обзиром да испуњава све предвиђене услове у складу са Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација, сагласан сам са покретањем поступка за избор др Марије Митровић Данкулов у звање научни саветник.

За састав комисије за избор др Марије Митровић Данкулов у звање научни саветник предлажем:

- (1) др Антун Балаж, научни саветник, Институт за физику у Београду
- (2) др Александар Белић, научни саветник, Институт за физику у Београду
- (3) др Марија Рашајски, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду

др Антун Балаж  
научни саветник

Руководилац Лабораторије за примену рачунара у науци

## 1 БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Марија Митровић Данкулов (девојачко Митровић) је рођена 1981. године у Ћуприји, где је завршила основну школу. Гимназију у Ћуприји је завршила 2000. године након чега је уписала основне студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика. Дипломирала је 2005. године са просечном оценом 9.78. Дипломски рад под називом *Адсорпција и расипање усмерених случајних кретања* урадила је под руководством проф. др Сунчице Елезовић-Хаџић. Након основних студија, 2005. године уписала је магистарске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Физика кондензованог стања материје. Магистарске студије је завршила са просечном оценом 10.00, и јуна 2010. године одбранила магистарски рад под називом *Налажење оштећених инфраструктура у неким реалним и компјутерски генерисаним мрежама*. Рад је урађен под руководством проф. др Босиљке Тадић. Докторат под називом *Структура и динамика техно-социјалних мрежа* одбранила је у марту 2012. године под руководством проф. др Босиљке Тадић. Након завршених докторских студија, у периоду од априла 2012. године до фебруара 2014. године, др Марија Митровић Данкулов је радила као постдокторски истраживач у групи проф. др Санта Фортуната на Аалто Универзитету у Финској.

Од краја 2005. године до марта 2009. године др Митровић Данкулов је била ангажована као истраживач приправник у Лабораторији за примену рачунара у науци Института за физику у Београду на пројекту *Моделирање и симулације сложених физичких система*, чији је руководилац био др Александар Белић. Током овог периода учествовала је у пројектима СХ-СМCS (ЕУ Центар изврности за нумеричко моделирање комплексних система), од 2006. до 2009. године, и билатералном српско-словеначком пројекту БИ-РС/08-09-047, током 2008. године. Била је редовни учесник, кроз конференције и кратке научне мисије, COST акција P-10 Physics of risk, MP0801 Physics of Competition and Conflicts, TD1210 KnowEscape - Analyzing the dynamics of information and knowledge landscapes, а била је и члан менаџмент комитета COST акције TU1305 Social Networks and Travel Behaviour. Од марта 2009. године до априла 2012. године била је запослена као млади истраживач на Одсеку за теоријску физику Института Јожеф Стефан у Љубљани, Словенија. Током тог периода била је ангажована на европском пројекту FP7 Cyberemotions - Collective emotions in cyberspace. У периоду од априла 2012. године до фебруара 2014. године била је запослена на Одсеку за биомедицински инжењеринг и компјутерске науке, Школе за науку Аалто Универзитета у Финској. Од марта 2014. године запослена је у Лабораторији за примену рачунара у науци у оквиру Центра изузетних вредности за изучавање комплексних система Института за физику у Београду, где је радила на националном пројекту *Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечесних система* (ОН 171017) као руководилац потпројекта *Моделирање комплексних нелинеарних динамичких система*. Била је учесник на пројекту *Artificial Intelligence Theoretical Foundations for Advanced Spatio-Temporal Modelling of Data and Processes* који је финансирао Фонд за науку Републике Србије. Током периода од 2018. до 2022. године рукоодила је потпројектом *Структура и динамика социо-економских система* у оквиру Националног центра изузетних вредности Центар за изучавање комплексних система.

Марта 2018. године др Митровић Данкулов је постављена за руководиоца Иновационог центра Института за физику у Београду. У Иновационом центру активно ради на пословима трансфера технологије и заштите интелектуалне својине. У оквиру Иновационог центра руководила је пројектима *B-Lock: The first Physical Access Control System with uncopyable keys* у оквиру програма Сарадња науке и привреде Фонда за иновациону делатност Републике Србије и пројектом *Miniaturization of Teslagram® reader for applications in secure tracking* у оквиру програма Трансфер технологија Фонда за иновациону делатност Републике Србије. Била је ангажована као учесник на пројекту *Upscaling Teslagram technology based on variable and complex biological structures for security printing* који је финансиран од стране Иновационог фонда Србије у оквиру Програма сарадње науке и привреде. Тренутно је испред Института за физику у Београду руководи пројектом *Platform for Remote development of Autonomous Driving algorithms in realistic environment – READ* у оквиру програма Сарадња науке и привреде Фонда за иновациону делатност Републике Србије.

Главна тема истраживања др Митровић Данкулов је примена метода статистичке физике и теорије комплексних мрежа на изучавање колективне динамике различитих комплексних система, са посебним акцентом на колективне феномене у социјалним системима. Коаутор је 28 научне публикације, од којих су 24 објављене у међународним часописима, четири поглавља у књигама, једног патента регистрованог у Републици Србији. Половина њених радова је објављена у изузетним часописима као што су Nature, Nature Communications, Scientific Reports, Royal Society Interface, EPJ Data Science и други. Добитник је Годишње награде за научни допринос Института за физику у Београду 2017. године, као и Годишње награде за финансијски допринос Института за физику у Београду 2019. године. У периоду од 2019. до 2021. године била је стипендиста Јапанске фондације ИТО. Има широку научну сарадњу са групама из Словеније, Италије, Индије, Израела и Финске.

Била је ментор др Јелени Смиљанић на докторским студијама. Др Смиљанић је тезу *Analysis of Properties of Complex Networks with Discrete Dynamics* одбранила 2017. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Ментор је на докторским студијама студентима Ани Вранић, Дарји Цветковић, и Николи Ступару на Физичком факултету Универзитета у Београду. Била је ментор за мастер тезе студентима Дарји Цветковић, Николи Ступару и Даници Божин на Физичком факултету Универзитета у Београду. Предавач је на више предмета на интердисциплинарним мастер програмима Универзитета у Београду, Рачунари у друштвеним наукама и Напредна анализа података, на српском и енглеском језику. Др Митровић Данкулов је члан програмских комитета већег броја водећих међународних конференција из области комплексних система. Представник је Института за физику у Београду у Националном координационом телу за спречавање ширења оружја за масовно уништење Владе Републике Србије.

## 2 ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Др Митровић Данкулов се бави емпиријском анализом и теоријским моделовањем структуре и динамике комплексних системима, са акцентом на социо-економске системе. Интерагујући биолошки и хемијски системи, неуронске мреже, социјалне интеракције, интернет и World Wide Web, су само неки од примера комплексних система који се састоје од великог броја међусобно повезаних динамичких јединица. За ове системе је карактеристично колективно комплексно понашање које настаје као последица интеракција између конституената система и које се не може предвидети само на основу понашања његових појединачних делова. Један од циљева науке комплексних система је да објасни како једноставне интеракције између великог броја компоненти система могу да резултују у организовано и адаптивно понашање. Из тих разлога, развој квантитативних метода за изучавање и опис појавног, само-организованог понашања, је један од најзначајнијих задатака. Први приступ у изучавању глобалних колективних особина оваквих система је њихово мапирање на мреже, графове, чији чворови представљају динамичке јединице, док линкови репрезентују интеракције између њих. Структурне и динамичке особине ових мрежа су врло блиско повезане са динамиком и функцијом система које представљају. Из ових разлога теорија комплексних мрежа је од великог значаја за изучавање комплексних динамичких система. Други приступ је физика комплексних система која користи методе статистичке физике за изучавање комплексне динамике. Упркос различитости комплексних система, наука полази од претпоставке да је динамика комплексних система заснована на универзалним принципима који могу бити коришћени за описивање различитих проблема, од физике честица па до економије друштва. Пренос резултата и идеја између дијаметрално супротних области доводи до веома важних нових резултата, бољег разумевања динамике и структуре комплексних система и комплексности уопште. У свом досадашњем истраживачком раду, др Митровић Данкулов се бавила развојем квантитативних метода и изучавањем динамике и структуре комплексних система, првенствено техно-социјалних, социјалних и биолошких система, као и развијањем квантитативних метода за изучавање и опис структуре комплексних мрежа. Поред тога, активна је и у развоју метода за мерење и лабораторијских уређаја.

Њен истраживачки рад се може груписати у следеће подцелине:

- структура и динамика комплексних мрежа,
- структура и динамика колективних емоција у техно-социјалним мрежама,
- квантитативно проучавање знања и поверења као колективних феномена у комплексним системима,
- структура и динамика социјалних група са дискретном динамиком,
- универзални обрасци и предикција колективног понашања у социјалним системима,
- примена теорије комплексних мрежа на биолошке, социјалне и економске системе,
- третмани целулозних филмова плазмом,
- развој подесивог механизма лабораторијске мешалице.

У наредним подсекцијама су приказати главни научни резултати добијени у оквиру ових тема.

### 2.1 Структура комплексних мрежа

Структура комплексне мреже уско је повезана са и зависи од динамике комплексног система репрезентованог том мрежом. Из тих разлога, развој мера, метода и алгоритама за квантитативно описивање структуре комплексних мрежа је од важности у изучавању динамике комплексних система. Као докторанд, др Митровић Данкулов се бавила развојем метода и алгоритама за налажење заједница, мезоскопских структура, у бинарним и отежињеним комплексним мрежама. Прво је развила метод који користи методе мешовитих модела и експектационо-максимизационог алгорита за налажење отежињених подструктура у усмереним и неусмереним мрежама. Метод базиран на максимизацији генерализоване веродостојности је тестиран на генерисаним отежињеним мрежама и за налажење подструктура у мрежи генских експресија квасца.

Испитала је зависност тополошких особина комплексне мреже, са једне стране, и спектралних особина матрице повезаности и нормализованог Лапласијана, са друге. Затим је на основу ових резултата развила метод за налажење мезоскопских структура у отежињеним и бинарним мрежама. Ефикасност и тачност метода је тестиран на мрежама добијеним из модела scale-free мрежа са

контролисаним бројем заједница и повезаношћу између и унутар њих. Овај метод је затим више пута искоришћен за налажење заједница у различитим техно-социјалним мрежама. Коришћењем метода *dk*-серије, заједно са колегама, успела је да на конзистентан начин квантификује степен случајности у комплексним мрежама. Касније је исти метод проширила и на мултиплекс мреже. Показала је да већину локалних, мезоскопских и глобалних тополошких карактеристика реалних комплексних мрежа је могуће репродуковати *dk*-случајним графовима који имају исту средњу повезаност, степену расподелу, степен-степен корелације, средњу вредност и зависност коефицијент груписања од степена чвора као реална мрежа. Ови резултати указују на то да је број значајних и независних тополошких особина у мрежи релативно мали, и да је разумевање њиховог настанка довољно да се разуме еволуција мреже.

Анализирао је утицај различитих сигнала раста на структуру комплексне мреже. Заједно са својом сарадницом, показала је да особине сигнала раста, као што су мултифракталност и перзистентност, утичу на структуру комплексних мрежа које су генерисане моделом мрежа са нодовима који старе. Испитала је спектралне особине хиперболичних комплексних мрежа. Хиперболичне комплексне мреже служе за моделирање кооперативних само-склопљивих наноматеријала са структурама вишег реда. Заједно са сарадницима изучавала је тополошке особине ових графова и како оне зависе од основног градивног елемента описаног кликом, као и афинитета градивних елемената једног према другом. Анализирао је спектралну димензију ових графова и показала да иста зависи од величине градивног елемента и афинитета. Даље, анализа спектра нормализованог Лапласијана показала је да иако су ове мреже хиперболичне, са хиперболичношћу 1, њихова структура зависи од величине градивног елемента и њиховог међусобног афинитета.

Најважнији радови у овој подобласти су

1. Growth signals determine the topology of evolving networks

A. Vranić and **M. Mitrović Dankulov**

*J. Stat. Mech.: Theory Exp.* **2021**, 013405 (2021)

2. Spectral properties of hyperbolic nanonetworks with tunable aggregation of simplexes

**M. Mitrović Dankulov**, B. Tadić, and R. Melnik

*Phys. Rev. E* **100**, 012309 (2019)

3. Classifying Networks with *dk*-Series

**M. Mitrović Dankulov**, G. Caldarelli, S. Fortunato, and D. Krioukov

*Multiplex and Multilevel Networks*, Oxford University Press, 2018

4. Quantifying Randomness in Real Networks

C. Orsini, **M. Mitrović Dankulov**, P. Colomer-de-Simon, A. Jamakovic, P. Mahadevan, A. Vahdat, K. E.

Bassler, Z. Toroczkai, M. Boguna, G. Caldarelli, S. Fortunato, and D. Krioukov

*Nat. Commun.* **6**, 8627 (2015)

5. Spectral and dynamical properties in classes of sparse networks with mesoscopic inhomogeneities

**M. Mitrović** and B. Tadić

*Phys. Rev. E* **80**, 026123 (2009)

6. Search of weighted subgraphs on complex networks with maximum likelihood methods

**M. Mitrović** and B. Tadić

*LNCS 5102*, 551 (2008)

## 2.2 Структура и динамика колективних емоција у техно-социјалним мрежама

Као докторанд, др Марија Митровић Данкулов се у оквиру ове теме бавила проучавањем емотивних колективних стања у техно-социјалним мрежама. Њен кључни допринос у овој области је развој квантитативних метода, базираних на методама и алаткама теорије комплексних мрежа и статистичке физике, за изучавање техно-социјалних система чија су динамика и структура обликоване емоцијама.

Мапирањем података из оваквих система на бипартитне мреже и анализом њихове структуре и структуре њихових пројекција показала је да се колективна емотивна стања манифестују кроз формирање заједница, група јако повезаних чланова. Анализа динамике појединачних група указала је на различите механизме који доводе до њиховог формирања: емоције имају главну улогу у формирању заједница када су у питању јако популарне теме, док динамику на непопуларним темама условљавају појединачна интересовања чланова система. Показала је и да поларитет емоција које преовлађују у систему зависи од његовог типа: у социјалним системима, као што су MySpace и IRC канали, позитивне емоције имају важну улогу у динамици система, док у системима сличним BBC Блогу и Digg веб сајту негативне емоције су условљавају настанак и опстанак заједнице. Квантитативном анализом временских серија из различитих техно-социјалних система показала је да је динамика овакви системи карактерисани лавинама, чија дистрибуција величина прати степени закон, и дуго-дометним временским корелацијама. Ово указују на то да се овакви системи налазе у само-организованом критичном стању. Да би детаљније испитала настанак емотивних колективних стања, као и њихову зависност од структуре мреже и осталих параметара у систему (на пример параметар дисеминације емоција), развила је два теоријска модела колективне динамике: модел ћелијских аутомата на фиксираној мрежи и модел емотивних агената на мрежи која еволуира. Модел ћелијских аутомата је омогућио да се испита настанак само-организованог критичног стања у емотивним техно-социјалним заједницама, као и његова зависност од параметра дисеминације емоција. Еволуција комплексне мреже, настанак емотивних заједница, као и емотивна колективна динамика, испитане симулирањем модела емотивних агената. Ови резултати су представљени у следећим радовима:

1. How the online social networks are used: dialogues-based structure of MySpace  
M. Šuvakov, **M. Mitrović**, V. Gligorijević, and B. Tadić  
J. R. Soc. Interface **10**, 20120819 (2013),
2. Co-Evolutionary Mechanisms of Emotional Bursts in Online Social Dynamics and Networks  
B. Tadić, V. Gligorijević, **M. Mitrović**, and M. Šuvakov  
Entropy **15**, 5084 (2013),
3. Statistical Analysis of Emotions and Opinions at Digg Website  
P. Pohorecki, J. Sienkiewicz, **M. Mitrović**, G. Paltoglou, and J. A. Holyst  
Acta Phys. Pol. A **123**, 604 (2013),
4. Dynamics of bloggers' communities: Bipartite networks from empirical data and agent-based modeling  
**M. Mitrović** and B. Tadić  
Physica A **391**, 5264 (2012),
5. Emergence and structure of cybercommunities  
**M. Mitrović** and B. Tadić  
In Springer Handbook of Optimization in Complex Networks Theory and Applications, part 2: "Structure and Dynamics of Complex Networks" Ed. M. M. Thai and P. Pardalos, 57, Part 2, 209, Springer, Berlin (2012),
6. Quantitative analysis of bloggers' collective behavior powered by emotions  
**M. Mitrović**, G. Paltoglou, and B. Tadić  
J. Stat. Mech.-Theory Exp. **2011**, P02005 (2011)
7. Networks and emotion-driven user communities at popular Blogs  
**M. Mitrović**, G. Paltoglou, and B. Tadić  
Eur. Phys. J. B **77**, 597 (2010),
8. Bloggers behavior and emergent communities in Blog space  
**M. Mitrović** and B. Tadić  
Eur. Phys. J. B **73**, 293 (2010),
9. Mixing patterns and communities on bipartite graphs on web-based social interactions

### 2.3. Квантитативно проучавање знања и поверења као колективних феномена у комплексним системима

Квантитативне методе развијене за изучавање колективних емотивних стања су примењене на изучавање настанка колективног знања у техно-социјалном систему StackExchange сајта Математика. У овим системима се социјалне интеракције остварују кроз постављање питања, давање одговора и коментарисање. Знање је у овим питањима кодирано таговима карактеристичним за мапирање знања у математици што омогућава да се на квантитативан начин изучава динамика настанка колективног знања, као и њена зависност од структуре социјалне мреже. Применом метода теорије комплексних мрежа показано је да је и динамика настанка колективног знања карактерисана формирањем заједница у мрежи. Теоријски модел агената, који је за ову прилику развијен, је показао да структура мреже, заједница, као и њихов број зависе од броја и расподеле експертиза у систему. Анализом временских серија је показано да се системи, у којима знање настаје као последица колективног напора, налазе у стању само-организоване критичности, односно да настанак новог знања дешава у таласима чију је величину и трајање немогуће предвидети. Анализом динамике настанка нових тагова и њихових комбинација, као и анализом структуре мреже коју тагови чине, показано је да је иновативност пре свега вођена новим комбинацијама старих знања, и то додавањем нових тагова на већ постојеће тријаде. Даље проучавање структуре и динамике модела колективног знања откривени су механизми самоорганизоване критичности у овом процесу. Показано је да су универзална социјална динамика са степеним нехомогеностима у активности корисника и временским размацима између њихових активности примарни механизми који воде ка критичном стању. Расподела експертиза код чланова утиче како на само-организовану динамику у систему тако и на фину структуру комплексних мрежа које се приликом еволуције формира.

Осим у техно-социјалним заједницама, започето је и испитивање настанка знања у науци. Конкретно, испитана је временска зависност дужине чекања на Нобелову награду од времена додељивања награде. Показано је да научници све дуже чекају да буду награђени за њихова значајна открића, као и да ово време расте експоненцијално са временом. Ово се објашњава чињеницом да су знања све комплекснија и да захтевају већи број и већу разноврсност експертиза.

У оквиру ове теме, започела је са истраживањем колективног поверења у социјалним системима. Заједно са сарадницима адаптирала је модел мерења колективног поверења у социјалним заједницама који је базиран на динамичкој репутацији. Овај модел је коришћен за мерење колективног поверења у Stack Exchange заједницама за дељење информација и знања. Ове заједнице су формирали око одређених тема. Заједница настају као последица самоорганизујуће динамике између Stack Exchange корисника. Корисници предлажу теме око којих ће се формирати заједнице, а онда ове заједнице пролазе кроз процес сазревања који се може завршити или успешним лансирањем заједнице или њеним затварањем. Постоји више примера да је прва заједница на неку тему била затворена, да би затим у другом покушају она била лансирана. Фокус истраживања је био да се коришћењем модела динамичке репутације и метода теорије комплексних мрежа испитају узроци одрживости ових заједница. Зарад тога направљена је компаративна анализа 8 заједница на четири теме, пар успешне и неуспешне заједнице за сваку тему, и испитана је рана еволуција ових заједница. Показано је да одрживе заједнице рано формирају јака стабилна језгра чији чланови, у средњем, имају висок ниво поверења остатка заједнице у њих. Додатно, показано је да је локална кохезија мерена кластеринг коефицијентом виша у одрживим заједницама него у оним које су затворене после првих шест месеци постојања. Анализа додатних заједница је показала да иницијална величина заједнице нема превелику улогу на њен опстанак, него да колективно поверење између чланова заједнице игра пресудну улогу.

Истраживања су објављена у:

#### 1. Sustainability of Stack Exchange Q&A communities: the role of trust

A. Vranić, A. Tomašević, A. Alorić, **M. Mitrović Dankulov**  
EPJ Data Sci. **12**, 4 (2023)

2. Mechanisms of self-organized criticality in social processes of knowledge creation  
B. Tadić, **M. Mitrović Dankulov**, R. Melnik  
Phys. Rev. E. 2017 **96**, 032307 (2017),

3. Topology of Innovation Spaces in the Knowledge Networks Emerging through Questions-AndAnswers  
M. Andjelković, B. Tadić, **M. Mitrović Dankulov**, M. Rajković, and R. Melnik  
PLoS ONE **11**, e0154655 (2016),

4. The Dynamics of Meaningful Social Interactions and the Emergence of Collective Knowledge  
**M. Mitrović Dankulov**, R. Melnik, and B. Tadić  
Sci. Rep. **5**, 12197 (2015),

5. Growing Time Lag Threatens Nobels  
S. Fortunato, A. Chatterjee, **M. Mitrović**, R. Ku. Pan, P. Della Briotta Parolo, and F. Becattini  
Nature **508**, 186 (2014).

## 2.4 Структура и динамика социјалних група са дискретном динамиком

Под социјалним групама са дискретном динамиком подразумевају се оне социјалне заједнице чија се активност, као и већи део социјалних интеракција, дешава у тачно одређеним тренуцима и на тачно одређеним местима, тј. догађајима. За ове групе је карактеристично да се њихови чланови окупљају и социјализују са тачно одређеним циљем, на пример промоција и дисеминација научних резултата, одлазак у бар или на пешачење. Кандидаткиња је заједно са својим сарадницима квантификовала и описала обрасце учешћа појединачних чланова у заједницама научника који учествују на серијама конференција, као и у Meetup групама где се људи окупљају да би квалитетно провели слободно време и уживали у одређеној групној активности. Показано је да је активност појединачних чланова врло хетерогена, као и да обрасци учешћа имају врло универзалан карактер; не зависе од величине групе, локације и динамике одржавања догађаја, као ни од тога да ли су разлози окупљања професионални или лични. Хетерогеност и универзалност образаца указује на то да је осећај припадности појединачних чланова заједници искључиво условљена социјалним ефектима. Коришћењем Пољиног модела урни, показано је да вероватноћа да члан учествује на следећем догађају нелинеарно зависи од односа броја предходних учествовања и не учествовања. Анализа социјалних мрежа је открила да кроз учествовања чланови јачају своје постојеће социјалне везе. Детаљна анализа еволуције четири различите мреже показала је да се у социјалним групама са дискретном динамиком формирају заједнице корисника које су временски повезани. Учешће већине корисника у динамици група је фокусирано у времену, и као последицу имамо формирање заједница које чине корисници који су у сличним интервалима били активни. Анализа локалних карактеристика бипартитних мрежа догађаја и корисника открила је да ове мреже имају универзалну расподелу степена чворова како у партицији корисника тако и у партицији догађаја. Даље, мреже су некорелисане или слабо корелисане. Величина догађаја на којима учествује корисник не зависи од броја догађаја на којима је учествовао, док средњи степен корисника на догађајима благо опада са величином догађаја. Ово је очекивано, с обзиром на врло хетерогену расподелу степена корисника и чињеницу да на великим догађајима учествују корисници који имају врло различиту ангажованост у заједницама. Ови резултати су објављени у следећим радовима:

1. The Structure and Dynamics of Meetup Social Networks  
J. Smiljanić, **M. Mitrović Dankulov**  
In Scientific Computing: Studies and Applications, Nova Science Pub Inc (2017),

2. Associative nature of event participation dynamics: A network theory approach  
J. Smiljanić, **M. Mitrović Dankulov**  
PLoS ONE **12**, e0171565 (2017),



3. A Theoretical Model for the Associative Nature of Conference Participation  
J. Smiljanić, A. Chatterjee, T. Kauppinen, and **M. Mitrović Dankulov**  
PLoS ONE 11, e0148528 (2016).

## 2.5 Универзални обрасци колективног понашања у социјалним системима

У статистичкој физици под универзалношћу се подразумева опажање да широка класа система испољава исто понашање или има исте особине које су независне од микро детаља везаних за конкретан систем. Емпиријска анализа великог броја социјалних система показала је да се они, када је у питању испољавање универзалности, не разликују много од других комплексних система који се традиционално изучавају у статистичкој физици. Кандидаткиња је, заједно са колегама, анализирала изборне резултате на парламентарним изборима за петнаест земаља и за период од преко три деценије, и показала да успешност кандидата једне странке на парламентарним изборима, мерена у односу на просечан успех његове странке, има универзалну дистрибуцију у земљама које имају иста изборна правила, односно да не зависи од културе, историје или времена догађаја. Анализирајући податке о обрасцима комуникације и мобилности грађана Обале Слоноваче, показала је да се мобилност унутар и између насељених места може предвидети на основу броја позива између њих и њихове удаљености. Предложени предиктивни модел има исте вредности параметара, независно од просторне скале, за разлику од модела претходно коришћених за предикцију мобилности.

У оквиру ове теме, анализирана је и динамика раста социјалних група, конкретно анализирана је расподела величине група у социјалним системима Meetup и Reddit. Социјалне групе су категорисане по години када су настале у случају оба система, и по месту настанка у случају Meetup-а. Показано је да дистрибуција вероватноће величине група нормализованих на просечну величину групе настале у одређеној години, односно групе настале на одређеној локацији, све падају на исту криву за одговарајући социјални систем, показујући универзални раст група који не зависи од временских оквира и локације. Добијене дистрибуције се најбоље апроксимирају лог-нормалном расподелом, међутим, параметри дистрибуција се разликују за Meetup и Reddit социјални систем. Да би објаснила универзалне обрасце раста и разлика између система, кандидаткиња је заједно са сарадницама развила модел раста социјалних група базираног на бипартитним мрежама. Главни параметри модела су вероватноће да корисник прати своје социјалне контакте и вероватноћа креирања нове групе. Симулације овог модела показале су да модел може врло једноставно да објасни универзалне обрасце раста, као и да уочене разлике између система су последица утицаја социјалних фактора, односно чињенице да социјални контакти имају ећи утицај на то које групе појединци бирају на Reddit у поређењу са Meetup групама. Описана истраживања су објављена у следећим радовима:

1. Universal growth of social groups: empirical analysis and modeling

A. Vranić, J. Smiljanić, **M. Mitrović Dankulov**  
*J. Stat. Mech.: Theory Exp.* **2022**, 123402 (2022)

2. Inferring Human Mobility Using Communication Patterns

V. Palchykov, **M. Mitrović**, H. Jo, J. Saramaki, and R. Ku. Pan  
*Sci. Rep.* **4**, 6174 (2014),

3. Universality in voting behavior: an empirical analysis

A. Chatterjee, **M. Mitrović**, and S. Fortunato  
*Sci. Rep.* **3**, 1049 (2013).

## 2.6 Примена теорије комплексних мрежа на биолошке, социјалне и економске системе

У радовима који спадају у ову подобласт показано је како се теорија комплексних мрежа, мапирање и анализа тополошких особина, може применити на изучавање структуре и динамике биолошких, социјалних и економских система.

Кандидаткиња је применила методе за изучавање временских серија, теорије комплексних мрежа и метода за груписање података да проучава динамику ширења епидемије ковида у свету првих осам месеци епидемије, пре почетка вакцинације, и првих осам месеци од почетка вакцинације. Временске

серије броја оболелих на дневном нивоу за различите земље и регионе су коришћењем корелационе матрице мапиране на комплексну мрежу сличности земаља у фази избијања епидемије и у фази имунизације. Изучавањем спектралних особина две добијене мреже показано је да се ове мреже по питању мезоскопске структуре драстично разликују. Показано је да док неки кластери сличних земаља имају регионални карактер, преостали кластери обухватају земље са различитом географском позицијом, културолошким карактеристикама и нивоом здравствене заштите. Ово нам показује да на ширење епидемија утицај имају како биолошки тако и социјални фактори, као и њихова комплексна интеракција.

Сличан приступ примењен је и на изучавања промене структуре мреже економских актера током економске кризе. Временске серије цена акција компанија које послују у финансијском сектору Сједињених Америчких Држава за период од 2002. до 2017. године искоришћене су да се највећа мрежа сличности између ових компанија за сваку годину. Корелационе матрице које описује сличности између компанија за сваку годину су мапирана на отежињене мреже. За сваку од ових отежињених мрежа највеће су заједнице компанија и показано је да је број заједница у време кризе мањи него у периоду пре и после кризе, док је разлучивост између заједница такође најмања током кризе. Највећа разлучивост између заједница је највећа за 2004. годину, годину када је дошло до највеће дерегулације, која се сматра једним од битнијих узрока за настанак економске кризе у 2008. години. Резултати овог рада показују да се развој економске кризе, пролазак система кроз економску кризу и последице економске кризе могу видети и у структури комплексне мреже сличности између компанија.

Направљен је преглед метода из теорије комплексних мрежа и њихове примене у физици социјалних система, социологији, изучавању путовања и економији. Прегледни рад даје и смернице како знања из ових различитих области могу да се комбинују и примене на изучавање мобилности људи. Каднаткиња је применила теорију комплексних мрежа на изучавање генских експресија пивског квасца, веза између појединачних молекула и молекулских комплекса, и динамике саобраћаја на модуларним мрежама и реалној мрежи улица у кинеском граду Нанџинг. Генске експресије се могу искористити за налажење образаца повезаности између гена израчунавањем и филтрирањем, на одговарајући начин, матрице повезаности, и представљањем ове матрице као отежињене мреже. Спектрална анализа Лапласијана који одговара овој мрежи открива њену нехомогену мезоскопску структуру, модуле. Сваки модул који садржи гене различите функционалне категорије али са истом физичком позицијом у ћелији, једру, цитоплазма или митохондрије. Друга примена теорије комплексних мрежа у биологији показује да метод комплексних мрежа може бити искоришћен као алатка за ефективну селекцију релевантних експерименталних података из мерења јачине веза између појединачних молекула и молекуларних комплекса коришћењем динамичке спектроскопије силе. Тополошки модули највеће су у овим мрежама, идентификовани методом спектралне анализе, су сачињени од појединачних сетова мерења под истим условима. Динамика вођених случајних шетњи на генерисаним и реалним модуларним мрежама се показала као погодан динамички процес за моделирање саобраћаја. Показано је да саобраћај на реалној мрежи Нанџинг града може имати три различита режима у зависности од густине саобраћаја: слободан проток, режим са привременим загушењем, и режим загушеног саобраћаја. Идентификовањем модула на отежињеној динамичкој мрежи саобраћаја показано је да географски одвојени региони имају различите обрасце саобраћаја. Улога модула у формирању различитих режима саобраћаја испитана симулирањем динамике случајних шетњи на генерисаним мрежама са модулима. Показано је да унутрашња структура модула има огроман утицај на формирање образаца саобраћаја на мрежи. Резултати су објављени у следећим радовима:

1. Evolution of Cohesion between USA Financial Sector Companies before, during, and Post-Economic Crisis: Complex Networks Approach

V. Stević, M. Rašajski, and M. Mitrović Dankulov  
Entropy **24**, 1005 (2022),

2. Analysis of Worldwide Time-Series Data Reveals Some Universal Patterns of Evolution of the SARS-CoV-2 Pandemic

M. Mitrović Dankulov, B. Tadić, and R. Melnik,  
Frontiers in Physics **2022**, 544 (2022),

3. Symmetry analysis of economic system before, during, and after economic crisis using graph theory  
V. Stević, M. Rašajski, and **M. Mitrović Dankulov**  
In Proceedings of XLIX International Symposium on Operational Research (Sym-Op-Is 2022), September 19-22 2022, Vrnjačka Banja, Serbia, pp. 217-222

3. Social networks theory

**M. Mitrović Dankulov**, M. del Mar Alonso-Almeida, F. Sharmeen, and A. Lukasiewicz  
In Digital Social Networks and Travel Behaviour in Urban Environments, Routledge (Taylor&Fransis Group) (2019),

4. Network theory approach for data evaluation in the dynamic force spectroscopy of biomolecular interactions

J. Zivković, **M. Mitrović**, L. Janssen, H. A. Heus, B. Tadić, and S. Speller  
EPL **89**, 68004 (2010),

5. Jamming and correlation patterns in traffic of information on sparse modular networks

B. Tadić and **M. Mitrović**  
Eur. Phys. J. B **71**, 631 (2009),

6. Correlation patterns in gene expressions along the cell cycle of yeast

J. Zivković, **M. Mitrović**, and B. Tadić  
Studies in computational intelligence **207**, 23, Springer, (2009),

7. Congestion patters of traffic studied on Nnjing city dual graph

H.-L. Zeng, Y.-D. Guo, C.-P. Zhu, **M. Mitrović** and B. Tadić  
16th International Conference on Digital Signal Processing, July 5-7 2009, Santorini, Greece New York : IEEE (2009).

## 2.7 Третмани целулозних филмова плазмом

У оквиру активности у Иновационо центру, кандидаткиња ради на развоју технологија и техника за мерење физичких особина материјала. Конкретно, у раду кандидаткиње у овој подобласти приказани су резултати утицаја третмана плазмом на микро/нано целулозне филмове. Конкретно изучаван је утицај третмана на побољшање карактеристике квашења површина ових филмова водом и неполарним хексадеканом. Показано је да су ефекти већи за поларне течности, што показује да третирање субстрата плазом пре штампања поларним мастилима може имати позитивне ефекте на боље пријањање боје. Кандидаткиња је, заједно са колегама из Иновационог центра, развила метод за мерење квашења и извршила мерење за поларне и неполарне течности. Резултати су објављени у раду:

1. Nitrogen plasma surface treatment for improving polar ink adhesion on micro/nanofibrillated cellulose films

K. Dimić-Mišić, M. Kostić, B. Obradović, A. Kramar, S. Jovanović, D. Stepanenko, **M. Mitrović Dankulov**, S. Lazović, L. S. Johansson, T. Maloney, P. Gane  
Cellulose **26**, 3845-57 (2019)

## 2.8 Развој подесивог механизма лабораторијске мешалице

У оквиру активности у Иновационо центру, кандидаткиња ради на развоју технологија и техничких решења за лабораторијске уређаје. У оквиру ове области, кандидаткиња је са колегама из Иновационог центра учествовала у развоју лабораторијске мешалице са подесивим механизмом који омогућава континуално подешавање амплитуде орбиталног кретања лабораторијског узорка на мешалици. Ово је први уређај који омогућава континуално мењање амплитуде. Амплитуда орбиталног кретања се подешава тиме што се омогућава линеарно подешавање центрифугалне силе која делује на узорак постављен на лабораторијску мешалицу. Резултат је објављен у патенту који је регистрован у Републици Србији:

1. Подесиви механизам лабораторијске мешалице

Ђ. Vuković, S. Lazović, D. Dimitrijević, **M. Mitrović Dankulov**, S. Jovanović, A. Vuković Đukić  
МП 1566 , 2018/15457 (2018)

### 3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

#### 3.1 Квалитет научних резултата

##### 3.1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Марија Митровић Данкулов је у свом досадашњем раду дала кључни допринос у укупно 30 радова, од којих је 26 објављено у међународним часописима са ISI листе, четири поглављу у књизи, и једним регистрованим патентом у Републици Србији. Од тога је 9 у М21а категорији (међународни часописи изузетних вредности), 10 у М21 категорији (врхунски међународни часописи), 6 у М22 категорији и 1 у категорији М23. Два поглавља у књигама су од стране Матичног одбора за физику категорисана у категорији М13, док је једно поглавље категорисано у категорији М14. Патент број МП 1566 је признат од стране Завода за интелектуалну својину Републике Србије 2018. године и регистрован на националном нивоу и спада у категорију М92.

У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, др Марија Митровић Данкулов је објавила 8 радова у часописима са ISI листе, 3 поглавља у књигама и један регистровани патент. Од тога је 2 у М21а категорији (међународни часописи изузетних вредности), 5 у М21 категорији (врхунски међународни часописи), 1 у М22 категорији, 2 поглавља у књизи категорије М13, једно поглавље у књизи М14, и један регистровани патент на националном нивоу М92. Одржала је више предавања на научним скуповима, од којих су два по позиву.

Списак пет најзначајнијих радова кандидаткиње из изборног периода су

1. B. Tadić, **M. Mitrović Dankulov**, R. Melnik, Mechanisms of self-organized criticality in social processes of knowledge creation, *Phys. Rev. E*. 2017 **96**, 032307 (2017), М21, цитиран 24 пута  
DOI: 10.1103/PhysRevE.96.032307
2. **M. Mitrović Dankulov**, B. Tadić, and R. Melnik, *Spectral properties of hyperbolic nanonetworks with tunable aggregation of simplexes*, *Phys. Rev. E* **100**, 012309 (2019), М21, цитиран 10 пут  
DOI: 10.1103/PhysRevE.100.012309
3. A. Vranić and **M. Mitrović Dankulov**, Growth signals determine the topology of evolving networks *J. Stat. Mech.: Theory Exp.* **2021**, 013405 (2021), М21, цитиран 1 пут  
DOI: 10.1088/1742-5468/abd30b
4. **M. Mitrović Dankulov**, B. Tadić, and R. Melnik, Analysis of Worldwide Time-Series Data Reveals Some Universal Patterns of Evolution of the SARS-CoV-2 Pandemic, *Frontiers in Physics* **2022**, 544 (2022), М21, цитиран 0 пута,  
DOI: 10.3389/fphy.2022.936618
5. V. Stević, M. Rašajski, and **M. Mitrović Dankulov**, *Evolution of Cohesion between USA Financial Sector Companies before, during, and Post-Economic Crisis: Complex Networks Approach*, *Entropy* **24**, 1005 (2022), М22, цитиран 0 пута  
DOI: 10.3390/e24071005

У првом раду су анализирани обрасци самоорганизоване критичности у социјалним процесима креирања знања. Кандидаткиња је симулирала процес колективног креирања знања за различите вредности параметра моделом који је раније развила и имплементирала. Конкретно симулиран је процес настанка колективног знања за различите сигнале раста социјалних система, као и за различите бројеве експертиза по агентима у моделу. Кандидаткиња је урадила је анализу података добијених из модела и емпиријских података. Конкретно анализирала је дистрибуције времена интерактивности, броја активности, броја постављених питања и ентропије за емпиријске податке. Мапирала је активности корисника на питањима на бипартитне мреже и анализирала структуру ових мрежа. Из временских серија активности добијених из нумеричких симулација модела и емпиријских података израчунала је спектар снаге и дистрибуцију величина лавина и трајања лавина. У раду је показано да сигнал раста социјалних система и број експертиза по кориснику утичу на структуру

мреже формирања колективног поверења. Поред тога, ови параметри утичу и на експоненте скалирања и геометрију лавина, као и на облик мултифракталног спектра. Даље, показано је да ниво активности корисника који међусобно деле знања корелише са флукуацијама брзине иновација, указујући на то да број иновативних комбинација може бити један од главних механизма иза само-организоване критичности. Ранији радови кандидаткиње су индиковали на постојање само-организоване критичности у процесу настанка колективног знања. Овај рад је значајан јер детаљно анализира обрасце само-организоване критичности у овом процесу и додатно открива како експоненти којима се описује само-организована критичност зависе од параметара као што су сигнал раста система и број експертиза по агенту.

У другом раду кандидаткиње испитане су структуралне особине хиперболичних наномрежа. Хиперболичким наномрежама се описују само-склопиви материјали који су настали самоорганизованим комбиновањем нано-честица. Ове нано-честице могу да се опишу помоћу кликова, малих потпуно повезаних графова, величине од 2-6. На основу модела хиперболичких мрежа, могу се симулирати мреже које су саграђене од елемента, кликова, одређене величине који се међусобно комбинују на основу параметра афинитета. Афинитет одређује да ли ће кликови делити већи или мањи број чворова и ивица када се комбинују. Мреже генерисане на овакав начин су хиперболичне са параметром хиперболичности 1 који не зависи од величине клика и афинитета. Кандидаткиња је урадила спектралну анализу мрежа добијених за различите величине кликова и различите вредности афинитета и упоредила њихове структуре. Конкретно израчунала је спектралну димензију мрежа генерисаних са кликовима величине од 3-6 за позитивне и негативне вредности афинитета. Показала је да спектрална димензија, чија вредност је у директној вези са типом дифузије не мрежи, зависи од величине градивног клика за позитивне вредности афинитета. Даље, показала је да вредност спектралне димензије не зависи од величине клика за негативне вредности афинитета, односно за мреже у којима кликови имају тенденцију да се повезују преко малог броја чворова и ивица. Кандидаткиња је даље анализирала спектре нормализованог Лапласијана ових мрежа. Ови спектри имају изражене пикове и минимуме, који показују постојање хијерархијске структуре у овим мрежама. Овај рад је значајан јер показује како се структуре компатибилне са комплексним динамичким особинама могу направити контролисањем повезаности градивних елемената на вишим нивоима.

У трећем раду испитиване је утицај особина сигнала раста на структуру мрежа које расту. Као модел комплексних мрежа коришћен је модел мрежа са чворовима који старе. Сигнали раста су добијени из реалних система. Поред тога, генерисани су и сигнали раста са жељеним карактеристикама. Кандидаткиња је осмислила читаво истраживање, одабрала модел раста мреже, одабрала сигнале раста и предложила начин упоређивања мрежа. Екстраховала је сигнале раста из реалних система и направила анализу њихових особина, односно проценила Хрстов експонент. Даље, адаптирала је модел раста комплексних мрежа са чворовима који старе како би у истом могло да се дода више чворова и више веза у истом тренутку. Резултати су показали да структура комплексних мрежа зависи од особина сигнала њиховог раста. Највећа разлика између структуре мрежа које су генерисане константним сигналом и оних генерисаних сигналом који варира у времену се примећује за сигнале раста који су мултифрактални и имају карактеристичне дуго-дометне корелације. Особине сигнала не утичу на дистрибуцију степена чворова, односно све мреже имају исте дистрибуције степена чворова. Особине сигнала раста су корелисане са степен-степен корелацијама и зависношћу кластеринг коефицијента од степена чвора. Поред симулација и анализе, кандидаткиња је интерпретирала резултате и написала читав рад, и водила кореспонденцију са часописом. Такође, рад је представљен на престижној конференцији *Networks 2021*, која је основна конференција Друштва за изучавање комплексних мрежа.

У четвртном раду анализирани су обрасци динамике пандемије SARS-CoV-2. Конкретно, анализирани су два периода пандемије: период избијања пандемије, првих осам месеци, и период имнузације, првих осам месеци од почетка имунизације. Анализирани су временске серије број заражених на дневном нивоу у преко 200 земаља и региона света за наведена два периода. На основу ових временских серија, израчунате су корелационе матрице за ова два периода и те матрице су мапиране на две мреже у којима су чворови земље а везе сличности између њих. Спектралном анализом одређен је број заједница у ове две мреже, а затим су к-минс алгоритмом нађене групе временских серија у оквиру заједница. Резултати су показали да се мреже добијене за два наведена периода

драстично разлику, што показује да је почетак имунизације променио динамику епидемије у земљама и регионима на другачије начине. Док неке групе земаља/региона имају регионални карактер, односно земље су груписане по регионима, постоје и кластери које обухватају земље из различитих делова света и са различитим степеном развоја. Земље/региони који се налазе у истим кластерима су слични по циклусима раста и опадања броја заражених, док на мањим временским скалама, до 14 дана, код већине земаља/региона испољавају перзистентне флукуације. Кандидаткиња је сакупила податке и урадила емпиријску анализу података, мапирање на мреже, спектралну анализу и груписање временских серија. Учествовала је у интерпретацији резултата и писању рада, и била одговорна за кореспонденцију са часописом.

У петом раду примењена је метода теорије комплексних мрежа на изучавање еволуције мреже економских фирми које послују у сектору финансија у Сједињеним Америчким Државама. Временске серије цена акција ових компанија за период од 2002. до 2017. године искоришћен је за израчунавање сета корелационих матрица, по једна за сваку годину. Корелационе матрице су затим маприране на отежињене комплексне мреже а затим је анализирана структура тих мрежа и како се она мења пре, током и после економске кризе 2008. године. Конкретно, анализирана је мезоскопска структура ових мрежа, број и међусобна повезаност заједница. Показано је да се структура мреже мења услед проласка система кроз економску кризу. Систем у кризи има мање заједница које су јаче међусобно повезане, што је индикатор постојања високог систематског ризика. Са друге стране, опоравак система је праћен повећањем броја заједница које су слабије повезане међусобно, односно везе унутар заједница су јаче. Кандидаткиња је осмислила цело истраживање, односно поставила проблем, предложила методологију и селектовала податке. Одредила је анализу мезоскопске структуре заједница и израчунала како се њихов број и повезаност мењају током времена. Интерпретирала је резултате и написала рад, и била одговорна за кореспонденцију са часописом. Рад је презентован на конференцији Complex Networks: Theory and Applications 2021.

### **3.1.2 Цитираност научних радова кандидата**

Према подацима о цитираности аутора изведених из базе Web of Science 04.10.2022., радови чији је кандидаткиња коаутор цитирани су 613 пута, од чега 541 пута без аутоцитата, а Хиршов индекс је 14.

### **3.1.3 Параметри квалитета радова и часописа**

Битан елемент за процену квалитета научних резултата је и квалитет часописа у којима су радови објављени, односно њихов импакт фактор – ИФ. У категорији M21a, M21, M22 и M23 кандидаткиња је објавила радове у следећим часописима, где су подвучени они часописи у којима је кандидаткиња објављивала у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања:

- 1 рад у Nature (ИФ = 42.351),
- 1 рад у Nature Communications (ИФ = 11.470),
- 3 рада у Scientific Reports (ИФ = 5.078 за 1 рад и ИФ = 5.578 за 2 рада ),
- 1 рад у Journal of Royal Society Interface (ИФ = 4.907)
- 3 рада у Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment (1 рад ИФ = 2.670, 2 рада ИФ=2.234)
- 3 рада у PLOS One (ИФ= 3.234 за 2 рада и ИФ=3.057 за 1 рад)
- 3 рада у Physical Review E (1 рад ИФ = 2.508, 1 рад ИФ=2.284, 1 рад ИФ=2.296),
- 1 рад у Europhysics Letters (ИФ = 2.893 ),
- 1 рад у Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications (ИФ = 1.676),
- 3 рада у European Physical Journal B. (ИФ = 1.568 за 1 рад и ИФ = 1.575 за 2 рада)
- 2 рада у Entropy (1 рад ИФ = 1.564, 1 рад ИФ=2.738 ),
- 1 рад у Acta Physica Polonica A (ИФ = 0.604),
- 1 рад у Cellulose (ИФ=4.210)
- 1 рад у Frontiers in Physics (ИФ=3.718)
- 1 рад у EPJ Data Science (ИФ=3.630)

Укупан фактор утицаја радова кандидаткиње је 124.464, а у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник тај фактор је 23.344. Часописи у којима је

кандидаткиња објављивала радове су по свом угледу цењени и водећи у областима којима припадају. Посебно се међу њима истичу: *Nature*, *Nature Communications*, *Scientific Reports*, *Journal of Royal Society Interface*, *PLOS One*, *Journal of Statistical Mechanics*, *Physical Review E*, *Frontiers in Physics*, *EPJ Data Science*.

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидаткиње у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник. Она садржи импакт факторе (ИФ) радова, М20 бодове радова по категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП) (најбоља вредност из периода до две године уназад од објаве рада). У табели су дате укупне вредности, као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку, за радове објављене у М20 категоријама.

	ИФ	М	СНИП
Укупно	23.344	65	8.654
Усредњен по чланку	2.918	8.125	1.082
Усредњен по аутору	6.83	19.742	2.623

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

У свом укупном досадашњем раду, кандидаткиња је водећи аутор дванаест радова, други аутор седам публикација и трећи аутор четири публикације, четврти аутор и седми аутор на по једној публикацији, и последњи аутор на шест публикација. На радовима који су објављени у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник, кандидаткиња је водећи аутор на пет публикација, други аутор на једној публикацији, последњи аутор на две публикације и седми аутор на једној публикацији. При изради свих ових публикација кандидаткиња је учествовала у конкретној формулацији проблема, сакупљању и чишћењу података, развоју метода и емпиријској анализи података, конструкцији и нумеричким симулацијама теоријских модела, као и у завршном писању. Радови на којима је кандидаткиња последњи аутор урађени су под њеним руководством. На овим радовима су први аутори студенти докторанди којима је кандидаткиња ментор или коментор на докторским студијама.

Током израде докторске дисертације на Институту Јожеф Стефан у Љубљани, Словенија, кандидаткиња је у сарадњи са проф. др Босиљком Тадић и др Џорџом Палтоглуом радила на развоју квантитативних метода и изучавању структуре и динамике колективних емотивних стања у техносоцијалним заједницама. Током постдокторског истраживања, у сарадњи са проф. др Сантом Фортунатом, радила је на више различитих проблема који се тичу социјалне динамике, укључујући ту и универзалне обрасце понашања у социјалним системима. На развоју квантитативних мера и изучавању структуре комплексних мрежа радила је и током докторских студија, постдокторског истраживања, као и по повратку на Институт за физику у Београду. По повратку на Институт за физику у Београду, кандидаткиња је започела истраживање динамике различитих социјалних група чија су структура и динамика условљене учествовањем чанова групе на догађајима. Руководи темом *Структура и динамика социо-економских система* у оквиру Националног центра изузетних вредности Центар за изучавање комплексних система. Све ове теме су врло актуелне, и спадају у интердисциплинарну област истраживања комплексни системи. За успешно изучавање динамике и структуре социјалних, а и других комплексних, система неопходно је познавање статистичке физике, напредних статистичких метода, теорије комплексних мрежа, као и напредних нумеричких метода, које укључују познавање различитих типова микроскопских модела. Поред тога, истраживање динамике социјалних система захтева и знања из других научних области као што су социологија и компјутерске науке. Кандидаткиња је ова знања стекла током докторских студија и постдокторског усавршавања а затим је та знања пренела на Институт за физику у Београду где успоставила нови истраживачки правац.



Кандидаткиња има активну сарадњу са истраживачима у области физике: проф. др Босилка Тадић, Љубљана, Словенија, проф. др Санто Фортунато, Блумингтон, САД, др Арнаб Чатерџи, Њу Делхи, Индија и проф. др Зоран Левнајић, Ново Место, Словенија. Поред тога сарађује и са истраживачима у другим областима науке: др Александар Томашевић (социологиј), Филозофски факултет Универзитета у Новом Саду, Нови Сад, Србија, др Томи Каупинен (компјутерске науке), Хелсинки, Финска, проф. др Силвана Стефани (економија), Бикока Универзитет, Милано, Италија.

Кандидаткиња ја руководиоца Иновационог центра Института за физику у Београду, где одговорна за и руководи различитим активностима од процене, заштите и менаџмента интелектуалне својине Института за физику у Београду, развоја технолошких решења, руковођење иновационим пројектима, сарадња са привредом, услугама које Институт за физику у Београду пружа привреди. Као руководиоца Иновационог центра Института за физику сарађује са компанијама Quadra Graphic, Београд, Србија, Vlatacom Institut visokih tehnologija, Београд, Србија, Symbia d.o.o, Нови Сад, Србија, Тетрагон д.о.о., Чачак, Србија, 60SECONDS LCD, Лондон, Велика Британија.

### **3.1.5. Најpage**

Кандидаткиња је добитница годишње награде за научни допринос Института за физику у Београду за 2017. годину, и годишње награде за финансијски допринос Института за физику у Београду за 2019. годину. Добитник је Стипендије јапанске фондације ИТО за 2019./2020. и 2020/2021. годину.

### **3.1.6 Елементи применљивости научних резултата**

Истраживања кандидаткиње су претежно у области изучавања социо-економских система. У том смислу, резултати њених радова имају велики утицај наше разумевања друштва и појава у друштву. Конкретно, радови у подобласти структура и динамика колективних емоција у техно-социјалним мрежама су допринели нашем бољем разумевању динамике колективних емоција у онлајн заједницама и позитивним и негативним ефектима које емоције могу имати на одрживост ових заједница. На основу неких од радова направљене су препоруке за администраторе онлајн социјалних група које им помажу да своје заједнице заштите о негативних ефеката испољених емоција. Радови из подобласти квантитативно проучавање знања као колективног феномена нам помажу да боље разумемо настанак знања и иновације у нашем друштву. Модел развијени зарад разумевања образаца мобилности у Обали Слоноваче може да послужи за предикцију образаца мобилности на основу позива а без угрожавања приватности људи. Истраживања у области примене комплексних система на биолошке, социјалне и економске системе пружају нам основ за боље разумевање ових система. Конкретно, истраживања на тему епидемија нам додатно показују да када предвиђамо епидемије морамо узети у обзир биолошке, социјалне и комбинацију ових фактора. Анализа мреже економских актера нам је показала да кроз саму анализу можемо да откријемо да ли је систем у стању високог систематског ризика, као и да боље разумемо утицај предузетих мера и политика. Рад на тему третмана целулозних филмова плазмом је показао да поларне боје боље пријањају на целулозне филмове третиране плазмом. Ово је јако битан резултат за употребу ових филмова у штампи.

Резултати кандидаткиње који су већ примењени у привреди се односе на развој подесивог механизма лабораторијске мешалице. Лабораторијска мешалица са овим механизмом је у употреби у Институту за молекуларну генетику и генетски инжињеринг.

Модели и методи за анализу комплексних мрежа које је кандидаткиња развила током свог истраживачког рада су искоришћени за развој алгоритама за препоруке у апликацији 60seconds, компаније 60SECONDS LCD. У плану је даљи развој ових алгоритама и нових решења за е-комерц сајтове.

### **3.2 Ангажованост у формирању научних кадрова**

Кандидаткиња је била ментор др Јелени Смиљанић у изради дисертације под насловом „Испитивање својстава комплексних мрежа са дискретном динамиком“ одбрањене на Електротехничком факултету Универзитета у Београду 2017. године. Главни допринос тезе је у области статистичке физике социјалних система. Кључни научни доприноси описани су у поглављима 2. „Квантитативне методе“,

3. „Подаци“, 4. „Обрасци учешћа“, 5. „Структура социјалне мреже под утицајем учешћа на догађајима“. Поглавља описују резултате представљене у радовима и поглављима:

1. The Structure and Dynamics of Meetup Social Networks

J. Smiljanić and **M. Mitrović Dankulov**

In Scientific Computing: Studies and Applications, Nova Science Pub Inc (2017),

2. Associative nature of event participation dynamics: A network theory approach

J. Smiljanić and **M. Mitrović Dankulov**

PLoS ONE 12, e0171565 (2017),

3. A Theoretical Model for the Associative Nature of Conference Participation

J. Smiljanić, A. Chatterjee, T. Kauppinen, and **M. Mitrović Dankulov**

PLoS ONE 11, e0148528 (2016).

У свим овим радовима кандидаткиња је руководила планирањем и истраживачким радом.

Кандидаткиња је одлуком Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду одређена за ментора докторске тезе Ане Вранић под називом „Evolving complex networks: structure and dynamics“. Ментор је на докторским студијама студентима докторандима Дарји Цветковић и Николи Ступару, који су уписани на докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду 2020. односно 2021. године.

Кандидаткиња је била ментор у изради мастер теза:

1. Дарје Цветковић, наслов „Статистичка физика епидемија: модели на комплексним мрежама“, Физички факултет, Универзитета у Београду, одбрањена 2020. године.

2. Николи Ступару, наслов "Обрасци мобилности у Граду Београду: просторно-временска анализа структуре и динамике прије и током COVID-19 пандемије“, Физички факултет, Универзитета у Београду, одбрањена 2021. године.

3. Даница Божин, наслов „Структура и динамика комплексне мреже интеракција корисника на сајту Диг“, одбрањена 2022. године.

Кандидаткиња је као наставник ангажована на акредитованом студијском мастеру академских студија Рачунарство у друштвеним наукама Универзитета у Београду, где држи наставу на предмету Рачунарска анализа друштвених мрежа.

Кандидаткиња је као наставник ангажована на акредитованом студијском мастеру академских студија Напредна анализа података Универзитета у Београду, где држи наставу на српском и енглеском језику на предметима Увод у анализу временских серија, Анализа друштвених мрежа, Вештачка интелигенција/машинско учење, Визуелизација података, Увод у теорију комплексних мрежа.

Као доказ о менторству у изради докторске тезе приложене су прва страна доктората др Јелене Смиљанић, захвалница и садржај рада. Као доказ о менторству на докторским студијама Ани Вранић приложена је Одлука већа научних области природно-математичких наука Универзитета у Београду. Као доказ о менторству у изради мастер тезе приложене су прве странице мастер теза студената. Као доказ о учествовању у настави приложени су исписи са веб страница мастер програма.

### 3.3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Кандидаткиња је објавила 8 радова М20 категорије, 3 поглавља у књизи и има један регистрован патент у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник. 7 радова и 3 поглавља у књизи су базирани на комплексним нумеричким симулацијама, један рад и један патент спадају у експерименталне радове. Седам радова и три поглавља у књизи која спадају у категорију нумеричких симулација имају четири и мање аутора, тако да улазе пуном тежином на број коаутора. Укупан број М бодова које носе ових десет публикација је 73. Рад класификован као експериментални из категорије М21а има 11 коаутора, стога број нормираних поена које носи је 5.56.

Патент који је признат и регистрован у Републици Србији и спада у категорију М92 има шест коаутора и ности пун број поена који је 12. Укупан број поена кандидаткиње на основу М20, М10 и М90 публикација пре нормирања износи 95, а после нормирања је 90.56. Нормирани поени чине мање од 10% од укупног броја поена.

### 3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је до сада била руководиоца 3 пројекта и две потпројектне теме. Испред Института за физику у Београду била је или још увек јесте руководиоца на два пројекта Фонда за иновациону делатност Републике Србије у оквиру програма Сарадња науке и привреде. На једном пројекту је била руководиоца у оквиру програма Трансфера технологије Фонда за иновациону делатност Републике Србије. Руководила је потпројектом у оквиру у оквиру пројекта основних истраживања. Руководила је потпројектом у оквиру Националног центра изузетних вредности Центар за изучавање комплексних система.

У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник, руководила је следећим пројектима и потпројектима:

**Назив:** *Моделирање комплексних нелинеарних динамичких система*

**Тип пројекта:** потпројекат у оквиру пројекта ОН171017 Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система

**Покровитељ:** Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

**Период:** 2014-2019

**Доказ:** Потврда руководиоца пројекта ОН171017 Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система

**Назив:** *Синхронизација и динамика социо-економских система*

**Тип пројекта:** тема у оквиру Националног центра изузетних вредности Центар за изучавање комплексних система

**Покровитељ:** Министарство просвете науке и технолошког развоја Републике Србије

**Период:** 2019-2023

**Доказ:** Потврда руководиоца Националног центра изузетних вредности Центар за изучавање комплексних система

**Назив:** *B-Lock: The first Physical Access Control System with uncopyable keys*

**Тип пројекта:** Сарадња науке и привреде

**Покровитељ:** Фонд за иновациону делатност Републике Србије

**Партнер:** Vlatacom Institut visokih tehnologija, Београд, Србија,

**Период:** 2019-2021

**Доказ:** Испис стране о финансираним пројектима на сајту Фонда за иновациону делатност, копија прве и последње две стране Уговора о конзорцијуму

**Назив:** *Platform for Remote development of Autonomous Driving algorithms in realistic environment – READ*

**Тип пројекта:** Сарадња науке и привреде

**Покровитељ:** Фонд за иновациону делатност Републике Србије

**Партнер:** Symbia d.o.o, Нови Сад, Србија

**Период:** 2021-2023

**Доказ:** Испис стране о финансираним пројектима на сајту Фонда за иновациону делатност, копија прве и последње две стране Уговора о конзорцијуму

**Назив:** *Miniaturization of Telegram® reader for applications in secure tracking*

**Тип пројекта:** програм програм Трансфер технологија

**Покровитељ:** Фонд за иновациону делатност Републике Србије

**Период:** 2021-2022

**Доказ:** Копија прве стране уговора о финансирању

### 3.5 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидаткиња је члан и представник Института за физику у Београду у Националном координационом телу за спречавање ширења оружја за масовно уништење.

Кандидаткиња је до сада била рецензент у следећим часописима: *Scientific Reports*, *PLOS One*, *Frontiers in Physics*, *Applied Sciences*, *Mathematics*, *Entropy*, *Nature Human Behavior*, *Physical Review E*, *Chaos*. Као доказ у прилогу су захвалнице за реферисање радова у овим часописима.

Кандидаткиња је у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник била члан у следећим научним и програмским комитетима домаћих и међународних конференција:

1. *The 7th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2018)*, од 12. до 13. децембра 2018. године, Камбриџ, Велика Британија
2. *The 8th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2019)*, од 10. до 12. децембра 2019. године, Лисабон, Португал
3. *The 9th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2020)*, од 1. до 3. децембра 2020. године, Мадрид, Шпанија, онлајн
4. *The 10th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2021)*, 30. новембра до 2. децембра 2021. године, Мадрид, Шпанија
5. *The 11th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2021)*, од 8. до 10. новембра 2022. године, Палермо, Италија
6. *Conferences on Complex Systems (CCS2021)*, од 25. до 29. октобра 2021. године, Лион, Француска
7. *The 4th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2018)*, од 12. до 15. јула 2018. године, Еванстон, САД
8. *The 5th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2019)*, од 17. до 20. јула 2019. године, Амстердам, Холандија
9. *The 6th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2020)*, од 17. до 20. јула 2020. године, онлајн
10. *The 7th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2021)*, од 27. до 31. јула 2021 године, Цирих, Швајцарска, онлајн
11. *International Conference on Computing, Electronics and Communications Engineering (iCCECE 2018)*, од 15. до 16. августа 2018. године, Соутланд, Велика Британија
12. *International Conference on Emerging Technologies in Computing (iCETiC 2018)*, од 23. до 24. августа 2018. године, Лондон, Велика Британија
13. *International Conference on Complex Systems (ICCS 2018)*, од 22. до 27. јула 2018. године, Кембриџ, САД
14. *International Conference on Complex Systems (ICCS 2020)*, which will be held од 26. до 31. јула 2020. године, Нашуа, Велика Британија
15. *The 10th Social Informatics conference (SocInfo 2018)*, од 25. до 28. септембра 2018. године, Санкт Петербург, Русија
16. *11th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU11)*, од 28. августа до 1. септембра 2022. године, Београд, Србија, координатор секције *Physics of Socioeconomic Systems and Applied Physics*
17. *The Fifth Conference on Information Theory and Complex Systems (TINKOS 2017)*, од 9. до 10. новембра 2017. године, Београд, Србија

Као доказ о чланству у програмским комитетима приложени су позиви за учествовање у програмским комитетима и докази о прихватању позива, као и исписи из књиге апстраката. Као доказ о чланству у Националном координационом телу за спречавање ширења оружја за масовно уништење приложена је одлука владе. Као доказ о реферисању радова у часописима приложени су захвалнице за послат извештај и испис са сајта часописа.

### 3.6 Утицај научних резултата

Утицај научних резултата огледа се у подацима о цитираности, наведеним у секцији 3.1.2.

Кандидаткиња је одржала три предавања по позиву: 1) 20th Symposium on Condensed Matter Physics (SFKM) у Београду 2019. године, 2) PyCon Balkan у Београду 2019. године, 2) The 2nd Balkans-China Mini-Symposium on Natural Products and Drug Discovery, 2019. године, Београд, Србија. Кандидаткиња је своје резултате представила и на пет конференција у земљи и иностранству: 1) Higher-Order Connectivity and Correlations in Complex Systems, Complexity Science Hub, Беч, Аустрија 2019. године, 2) ТИНКОС 2017 у Београду 2017. године 3) Networks 2021, онлајн, 2021. године, 4) NetSci 2022 сателит Higher-Order Topology & Dynamics in Complex Systems 2022. године, 5) *The 6th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2017)*, Лион, Француска. Одржала је и два семинара на групи за Биоинформатику математичког факултета Универзитета у Београду 2019. године и у Лабораторији за дигиталну социометрику Института за филозофију и друштвену теорију 2020. године.

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

Кандидаткиња је значајано допринела сваком раду на коме је учествовала. Осам радова у часописима, три поглавља у књигама и један патент у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник, су, што се ангажовања кандидаткиње тиче, урађени на Институту за физику у Београду. Под руководством кандидаткиње урађено је четири радова објављених у часописима и три поглавља у књизи. На радовима је кандидаткиња последњи аутор. У овим радовима и поглављима кандидаткиња је дефинисала проблем, осмислила методе истраживања, учествовала у сакупљању података, њиховој анализи и моделирању, интерпретирала резултате, написала и едитовала рад. На два рада кандидаткиња је први аутор. У овим радовима је кандидаткиња, у сарадњи са коауторима, осмислила проблем, сакупила и анализирала податке и дала значајан допринос у интерпретацији резултата. На једној публикацији у часопису кандидаткиња је други аутор. Конкретно, кандидаткиња је током израде ових публикација била покретач истраживања, радила је на сакупљању и чишћењу података, развоју метода за емпиријску анализу података, као и на њиховој емпиријској анализи, развоју одговарајући модела и њиховим нумеричким симулацијама. На једној публикацији кандидаткиња је седми аутор. У овом раду кандидаткиња је заједно са колегама осмислила метод мерења квашења и извршила мерења. На патенту је кандидаткиња наведена као четврти аутор. Приликом припреме патента учествовала је осмишљавању подесивог механизма лабораторијске мешалице и писању патентне пријаве.

На Институту за физику у Београду кандидаткиња је зачетник новог правца истраживања у области физике комплексних система, социофизике. Знања и искуства која је стекла на докторским студијама и постдокторском усавршавању, а која се односе на методе и технике за емпиријску анализу и теоријско моделовање колективних феномена у комплексним системима, је успешно пренела млађим сарадницима у својој групи која је део Лабораторије за примену рачунара у науци, Центра изузетних вредности за изучавање комплексних система. У оквиру центра је руководилац потпројекта, односно једног правца истраживања.

### 3.8 Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

#### 1. Marija Mitrović Dankulov and B. Tadić

*Spectral Properties Of Hyperbolic Nano-Networks*

20th Symposium on Condensed Matter Physics (SFKM), October 7-11 2019, Belgrade, Serbia, pp. 60, M32

#### 2. Marija Mitrović Dankulov

*Python and computational social science*

Pycon Balkan 2019, October 3-5 2019, Belgrade, Serbia, keynote speaker

3. **M.Mitrović Dankulov** and B.Tadić  
*Spectral Properties of Graphs with Aggregated Simplexes*  
Higher-Order Connectivity and Correlations in Complex Systems, November 25-26 2019, Vienna, Austria, M34
4. **M.Mitrović Dankulov**  
*Kvantifikacija slučajnosti u biološkim kompleksnim mrežama*  
Семинар за биоинформатику, Универзитет у Београду, 8. мај 2019. године, Београд, Србија
5. **M.Mitrović Dankulov**  
*Socio-fzika: kako fizičari proučavaju kolektivne fenomene u socijalnim sistemima*  
Семинар Лабораторије за дигиталну социометрику, Институт за филозофију и друштвену теорију, 9. новембар 2020. године, Београд, Србија
6. **M.Mitrović Dankulov**  
Quantifying randomness in real interaction networks and examples in biology  
The 2nd Balkans-China mini-symposium on natural products and drug discovery, April 11-13 2019, Belgrade, Serbia, pp. 48, M62
7. A. Vranić and **M. Mitrović Dankulov**  
*Growth signals shape the topology of evolving networks*  
Networks 2021: A Joint Sunbelt and NetSci Conference, July 5-10 2021., online, pp. 283, M34
8. **M. Mitrović Dankulov** and J. Smiljanić  
*Structure and dynamics of event-driven social groups*  
The Fifth Conference on Information Theory and Complex Systems TINKOS 2017, November 9-10 2017, Belgrade, Serbia, pp. 22-23, M64
9. **M. Mitrović Dankulov** and B. Tadić  
*Higher-distance connectivity portraits and spectral dimension of human connectomes*  
Higher-Order Topology & Dynamics in Complex Networks Satellite Symposium within NetSci2022, 11 and 13 July 2022, online
10. **M. Mitrović Dankulov** and J. Smiljanić  
Associative nature of event-driven social dynamics: a network theory approach  
*The 6th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2017)*, November 29 – December 1 2017, Lyon, France, pp. 30.31
11. **M. Mitrović Dankulov**  
Collective Knowledge Building in Online Social Networks  
Digital Society Now EMERGE2022, Belgrade 16-18 December 2022, Belgrade, Serbia, pp. 76

Као доказ приложена су позивна писма за учешће на конференцијама, Веб сајтови конференција, изводи из књига апстраката.

### 3 ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања :

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21a	10	2	20	15.56
M21	8	5	40	40
M22	5	1	5	5
M13	7	2	14	14
M14	4	1	4	4
M32	1.5	1	1.5	1.5
M33	1	1	1	1
M62	1	1	1	1
M34	0.5	8	4.0	4.0
M92	12	1	12	12

Поређење са минималним квантитативним условима за реизбор у звање научни саветник :

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	70	<b>102.5</b>	<b>98.06</b>
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	50	<b>97.5</b>	<b>93.06</b>
M11+M12+M21+M22+M23	35	<b>65</b>	<b>60.56</b>

Према ISI Web of knowledge бази укупан број цитата радова кандидаткиње је 613, док је број цитата без ауоцитата 541. Према истој бази h-индекс кандидаткиње је 14.

## 6 СПИСАК РАДОВА ДР МАРИЈЕ МИТРОВИЋ ДАНКУЛОВ

### Поглавље у истакнутој монографији међународног значаја (M13)

#### Радови објављени након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник

1. J. Smiljanić and **M. Mitrović Dankulov**

*The Structure and Dynamics of Meetup Social Networks*

In Scientific Computing: Studies and Applications, Nova Science Pub Inc, ISBN: 978-1-53612-564-1, 33-67 (2017)

#### Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник

1. **M. Mitrović Dankulov**, M. del Mar Alonso-Almeida, F. Sharmeen, and A. Lukaszewicz

*Social networks theory*

In Digital Social Networks and Travel Behaviour in Urban Environments, Routledge (Taylor&Fransis Group), DOI: 10.4324/9780429488719, 7-26 (2019)

#### Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник

1. M. Mitrović and B. Tadić

*Emergence and structure of cybercommunities*

Handbook of Optimization in Complex Networks Theory and Applications, part 2: "Structure and Dynamics of Complex Networks" Ed. M. M. Thai and P. Pardalos, 57, Part 2, 209-227, Springer, Berlin (2012).

### Поглавље у монографији међународног значаја (M14)

#### Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник

1. **M. Mitrović Dankulov**, G. Caldarelli, S. Fortunato, and D. Krioukov

*Classifying Networks with dk-Series*

Multiplex and Multilevel Networks, Oxford University Press, DOI: 10.1093/oso/9780198809456.001.0001, 51-73 (2018)

#### Радови у међународним часописима изузетних вредности (M21a)

#### Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник

1. K. Dimić-Mišić, M. Kostić, B. Obradović, A. Kramar, S. Jovanović, D. Stepanenko, **M. Mitrović Dankulov**, S. Lazović, L. S. Johansson, T. Maloney, P. Gane

*Nitrogen plasma surface treatment for improving polar ink adhesion on micro/nanofibrillated cellulose films*

Cellulose **26**, 3845-57 (2019), ИФ = 4.210 за 2019. год.

2. A. Vranić, A. Tomašević, A. Alorić, **M. Mitrović Dankulov**

*Sustainability of Stack Exchange Q&A communities: the role of trust*

EPJ Data Sci. **12**, 4 (2023), ИФ=3.630 за 2021. год.

#### Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник

1. C. Orsini, **M. Mitrović Dankulov**, P. Colomer-de-Simon, A. Jamakovic, P. Mahadevan, A. Vahdat, K. E. Bassler, Z. Toroczkai, M. Boguna, G. Caldarelli, S. Fortunato, and D. Krioukov

*Quantifying Randomness in Real Networks*

Nat. Commun. **6**, 8627 (2015), ИФ = 11.470 за 2014. год.

2. **M. Mitrović Dankulov**, R. Melnik, and B. Tadić



*The Dynamics of Meaningful Social Interactions and the Emergence of Collective Knowledge*  
Sci. Rep. 5, 12197 (2015), ИФ = 5.578 за 2014. год.

3. S. Fortunato, A. Chatterjee, **M. Mitrović**, R. Ku. Pan, P. Della Briotta Parolo, and F. Becattini  
*Growing Time Lag Threatens Nobels*  
Nature 508,186 (2014), ИФ = 42.351 за 2013. год.

4. V. Palchykov, **M. Mitrović**, H. Jo, J. Saramaki, and R. Ku. Pan  
*Inferring Human Mobility Using Communication Patterns*  
Sci. Rep. 4, 6174 (2014), ИФ = 5.578 за 2014. год.

5. M. Šuvakov, **M. Mitrović**, V. Gligorijević, and B. Tadić  
*How the online social networks are used: dialogues-based structure of MySpace*  
J. R. Soc. Interface 10, 20120819 (2013), ИФ = 4.907 за 2012. год.

6. A. Chatterjee, **M. Mitrović**, and S. Fortunato  
*Universality in voting behavior: an empirical analysis*  
Sci. Rep. 3, 1049 (2013), ИФ = 5.078 за 2013. год

7. **M. Mitrović**, G. Paltoglou, and B. Tadić  
*Quantitative analysis of bloggers' collective behavior powered by emotions*  
J. Stat. Mech.-Theory Exp. P02005 (2011), ИФ = 2.670 за 2009. год

#### **Радови у врхунским међународним часописима (M21)**

#### **Радови објављени након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник**

1. B. Tadić, **M. Mitrović Dankulov**, R. Melnik  
*Mechanisms of self-organized criticality in social processes of knowledge creation*  
Phys. Rev. E. 2017 **96**, 032307 (2017), ИФ = 2.284 за 2017. год

#### **Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник**

1. **M. Mitrović Dankulov**, B. Tadić, and R. Melnik  
*Spectral properties of hyperbolic nanonetworks with tunable aggregation of simplexes*  
Phys. Rev. E **100**, 012309 (2019), ИФ = 2.296 за 2019. год

2. A. Vranić and **M. Mitrović Dankulov**  
*Growth signals determine the topology of evolving networks*  
J. Stat. Mech.: Theory Exp. **2021**, 013405 (2021), ИФ = 2.234 за 2021. год

3. **M. Mitrović Dankulov**, B. Tadić, and R. Melnik  
*Analysis of Worldwide Time-Series Data Reveals Some Universal Patterns of Evolution of the SARS-CoV-2 Pandemic*  
Frontiers in Physics **2022**, 544 (2022), ИФ =3.718 за 2021. год

4. A. Vranić, J. Smiljanić, **M. Mitrović Dankulov**  
*Universal growth of social groups: empirical analysis and modeling*  
J. Stat. Mech.: Theory Exp. **2022**, 123402 (2022), ИФ = 2.234 за 2021. год

#### **Радови објављени пре претходног избора у звање**

1. J. Smiljanić and **M. Mitrović Dankulov**

*Associative nature of event participation dynamics: A network theory approach*  
PLoS ONE 12, e0171565 (2017), ИФ = 3.234 за 2014. год.

2. M. Andjelković, B. Tadić, **M. Mitrović Dankulov**, M. Rajković, and R. Melnik  
*Topology of Innovation Spaces in the Knowledge Networks Emerging through Questions-And-Answers*  
PLoS ONE 11, e0154655 (2016). ИФ = 3.234 за 2014. год.

3. J. Smiljanić, A. Chatterjee, T. Kauppinen, and **M. Mitrović Dankulov**  
*A Theoretical Model for the Associative Nature of Conference Participation*  
PLoS ONE 11, e0148528 (2016), ИФ = 3.057 за 2015. год.

4. J. Zivković, **M. Mitrović**, L. Janssen, H. A. Heus, B. Tadić, and S. Speller  
*Network theory approach for data evaluation in the dynamic force spectroscopy of biomolecular interactions*  
EPL 89, 68004 (2010), ИФ = 2.893 за 2009. год.

5. **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Spectral and dynamical properties in classes of sparse networks with mesoscopic inhomogeneities*  
Phys. Rev. E 80, 026123 (2009), ИФ = 2.508 за 2008. год.

### **Радови у истакнутим међународним часописима (M22)**

#### **Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник**

1. V. Stević, M. Rašajski, and **M. Mitrović Dankulov**  
*Evolution of Cohesion between USA Financial Sector Companies before, during, and Post-Economic Crisis: Complex Networks Approach*  
Entropy 24, 1005 (2022), ИФ = 2.284 за 2021. год

#### **Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник**

1. B. Tadić, V. Gligorijević, **M. Mitrović**, and M. Šuvakov  
*Co-Evolutionary Mechanisms of Emotional Bursts in Online Social Dynamics and Networks*  
Entropy 15, 5084 (2013), ИФ = 1.564 за 2013. год.

2. **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Dynamics of bloggers' communities: Bipartite networks from empirical data and agent-based modeling*  
Physica A 391, 5264 (2012), ИФ = 1.676 за 2012. год.

3. M. Mitrović, G. Paltoglou, and B. Tadić  
*Networks and emotion-driven user communities at popular Blogs*  
Eur. Phys. J. B 77, 597 (2010), ИФ = 1.575 за 2010. год.

4. **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Bloggers behavior and emergent communities in Blog space*  
Eur. Phys. J. B 73, 293 (2010), ИФ = 1.575 за 2010. год.

5. B. Tadić and **M. Mitrović**  
*Jamming and correlation patterns in traffic of information on sparse modular networks*  
Eur. Phys. J. B 71, 631 (2009), ИФ = 1.568 за 2008. год.

### **Радови у међународним часописима (M23)**

#### **Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник**

1. P. Pohorecki, J. Sienkiewicz, **M. Mitrović**, G. Paltoglou, and J. A. Holyst

*Statistical Analysis of Emotions and Opinions at Digg Website*  
Acta Phys. Pol. A **123**, 604 (2013), ИФ = 0.604 за 2013. год

### **Предавања по позиву са међународних скупова штампана у изводу (M32)**

#### **Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник**

1. **Marija Mitrović Dankulov** and B. Tadić  
*Spectral Properties Of Hyperbolic Nano-Networks*  
20th Symposium on Condensed Matter Physics (SFKM), October 7-11 2019, Belgrade, Serbia, pp. 60

#### **Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник**

1. **M. Mitrović Dankulov**  
*Quantifying collective behavior in social systems: a statistical physics approach*  
Winter Workshop on Complex Systems 2017 (WWCS 2017), February 6–10, 2017, Petnica, Serbia,
2. **M. Mitrović Dankulov** and B. Tadić  
*Quantitative Study and Modeling of Collective Knowledge Building via Questions and Answers*  
Symposium on Condensed Matter Physics, SFKM2015, September 7–11, 2015, Belgrade, Serbia

### **Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)**

#### **Радови објављени након избора у звање виши научни сарадника**

1. V. Stević, M. Rašajski, and **M. Mitrović Dankulov**  
*Symmetry analysis of economic system before, during, and after economic crisis using graph theory*  
In Proceedings of XLIX International Symposium on Operational Research (Sym-Op-Is 2022), September 19-22 2022, Vrnjačka Banja, Serbia, pp. 217-222

#### **Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник**

1. J. Grujić, **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Mixing patterns and communities on bipartite graphs on web-based social interactions*  
Proceedings of 16th International Conference on Digital Signal Processing, July 5–7 2009, Santorini, Greece, DSP 2009. New York: IEEE, 1-8, (2009),
2. H.-L. Zeng, Y.-D. Guo, C.-P. Zhu, **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Congestion patterns of traffic studied on Njing city dual graph*  
Proceedings of 16th International Conference on Digital Signal Processing, July 5–7 2009, Santorini, Greece, DSP 2009. New York : IEEE (2009)
3. J. Zivković, **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Correlation patterns in gene expressions along the cell cycle of yeast*  
Proceedings of International Workshop on Complex Networks (CompleNet 2009), May 26–27 2009, Catania, Italy. Studies in computational intelligence 207, 23–34, Springer, (2009),
4. **M. Mitrović** and B. Tadić  
*Search of weighted subgraphs on complex networks with maximum likelihood methods*  
International Conference on Computational Science, June 23–25 2008, Krakow, Poland, LNCS 5102, 551–558 (2008).

### **Предавања по позиву са скупа националног значаја штампана у изводу (M62)**

1. **M. Mitrović Dankulov**  
Quantifying randomness in real interaction networks and examples in biology

Book of abstracts of the 2nd Balkans-China mini-symposium on natural products and drug discovery, April 11-13 2019, Belgrade, Serbia, pp. 48

### **Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34)**

#### **Радови објављени након избора у звање виши научни сарадник**

1. A. Vranić, A. Tomašević, A. Alorić, **M. Mitrović Dankulov**

*The role of trust in sustainability of knowledge-sharing social groups: the case of Stack Exchange Q&A communities*

Proceedings of 11th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU11), 28 August – 1 September 2022, Belgrade, Serbia, pp. 212

2. A. Vranić, J. Smiljanić, **M. Mitrović Dankulov**

*Universal patterns of social group growth: a statistical physics approach*

Proceedings of 11th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU11), 28 August – 1 September 2022, Belgrade, Serbia, pp. 215

3. A. Vranić, **M. Mitrović Dankulov**

*Topology of evolving networks: the role of growth signals*

Proceedings of 11th International Conference of the Balkan Physical Union (BPU11), 28 August – 1 September 2022, Belgrade, Serbia, pp. 218

4. A. Vranić and **M. Mitrović Dankulov**

*Growth signals shape the topology of evolving networks*

Proceedings of Networks 2021: A Joint Sunbelt and NetSci Conference, July 5-10 2021., online, pp. 283

5. V. Stević, M. Rašajski, and **M. Mitrović Dankulov**

*Evolution of cohesion between USA financial sector companies: complex networks approach*

Proceedings of the 10th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2021), 30 November – 2 December 2021, Madrid, Spain, pp. 430-432

6. A. Vranić and **M. Mitrović Dankulov**

*The role of driving signal in the evolution of social networks*

The 8th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2019), December 10-12 2019, Lisboa, Portugal, pp. 356-358

7. **M. Mitrović Dankulov** and J. Smiljanić

*Associative nature of event-driven social dynamics: a network theory approach*

Proceedings of the 6th International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2017), November 29 – December 1 2017, Lyon, France, pp. 382-384

8. **M. Mitrović Dankulov**

*Collective Knowledge Building in Online Social Networks*

Digital Society Now EMERGE2022, Belgrade 16-18 December 2022, Belgrade, Serbia, pp. 76

#### **Радови објављени пре избора у звање виши научни сарадник**

1. J. Smiljanić and **M. Mitrović Dankulov**

*Conference attendance patterns*

Proceedings of 19th Symposium on Condensed Matter Physics, SFKM2015, September 7–11 2015, Belgrade, Serbia,

2. M. Andjelković, B. Tadić, **M. Mitrović**, and M. Rajković

*Algebraic Topology Analysis of Networks Emerging from Content-Driven Social Interactions*

Proceedings of From Data to Knowledge, the Third Annual Knowscape Conference, October 7–9 2015, Mons, Belgium

3. **M. Mitrović Dankulov** and B. Tadić

*The dynamics of collective knowledge building via questions and answers*

Proceedings of International Conference on Computational Social Science, June 8–11 2015, Helsinki, Finland,

4. B. Tadić and **M. Mitrović Dankulov**

*Modeling The Dynamics of Knowledge Creation in Online Communities*

Proceedings of 7th International Conference on Discrete Models of Complex Systems, 2015 Summer Solstice, June 17–19, 2015, Toronto, Canada

5. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Quantitative Study of Innovation and Knowledge Building in Questions& Answers*

System with Math Tags Proceedings of The Second Annual KnowEscape Conference, KnowEscape2014, November 24–26 2014, Thessaloniki, Greece,

6. B. Tadić and **M. Mitrović**

*The Death of Expertise & Problems in Quantifying Collective Knowledge in Online Social Behavior*

Proceedings of The Second Annual KnowEscape Conference, KnowEscape2014, November 24–26 2014, Thessaloniki, Greece,

7. **M. Mitrović**, A. Chatterjee and S. Fortunato

*Universal Patterns of Voting Behavior*

Proceedings of The First Annual KnowEscape Conference, KnowEscape2013, November 18–20 2013, Helsinki, Finland,

8. **M. Mitrović**, A. Chatterjee and S. Fortunato

*Universality in voting behavior*

Proceedings of 5th International Conference on Information Technologies and Information Society ITIS 2013, November 7–9 2013, Dolenjske toplice, Slovenia,

9. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Agent-Based Model Of Blogging*

Proceedings of European Conference on Complex Systems, Brussels, Belgium, September 3–7 2012

10. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Modeling of emotional agents on Blogs*

Proceedings of Cyberemotions - collective emotions in cyberspace, September 20–21 2011, Ljubljana, Slovenia,

11. **M. Mitrović**

*Network based methodology for analysis of on-line collective behavior*

Proceedings of COST action NP0801 Second Annual Meeting: Physics of Competition and Conflicts, May 18–20, 2011, Eindhoven, Netherlands,

12. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Complexity in the dynamics of Web users: Methodology for quantitative analysis of empirical data and simulations*

Proceedings of European Conference on Complex Systems, September 12–16 2011, Vienna, Austria,

13. **M. Mitrović**

*Bipartite network analysis reveals the role of emotion in comments on digg stories*

Proceedings of Processes on networks: hunting for universality in social, economical and Biological Networks, COST Woskhop, 10–12 March 2010, Vienna, Austria,

14. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Emotions & user communities in Blogs and Diggs*

Proceedings of the CyberEmotions Workshop, 21–23 January 2010, Wolverhampton, UK,

15. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Network structure and emotions on popular posts*

Proceedings of COST action NP0801 Second Annual Meeting: Physics of Competition and Conflicts, May 26–28 2010, Sunny Beach, Bulgaria,

16. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Patterns of user behavior and community structure on blogs*

Proceedings of TWCS 2010, Turunc Workshop on Complex, 30 August – 1 September 2010, Turunc, Marmaris Turkey,

17. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Agent based model for use behaviour on emergent networks*

Proceedings of Cyberemotions - collective emotions in cyberspace, September 8–9 2010, Lousanne, Switzerland,

18. **M. Mitrović**, B. Tadić and G. Paltoglou

*Collective emotional behavior on blogs : data-driven modeling and theoretical survey*

Proceedings of ECCS'10 Lisbon, European Conference on Complex Systems'10, September 13–17, 2010, Lisbon, Portugal

19. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Spectral analysis of networks reveals communities in complex systems data*

Proceedings of COST action NP0801 First Annual Meeting: Physics of Competition and Conflicts and NET 2009: evolution and complexity, May 28–30 2009, Rome, Italy,

20. **M. Mitrović** and B. Tadić

*Finding structure in Blogs: bipartite networks analysis*

Proceeding of VALUETOOLS '09, the Fourth International ICST Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools (2009), October 20–22 2009, Pisa, Italy,

21. **M. Mitrović**

*Modularity of networks from the perspective of spectral analysis*

Proceedings of International Workshop and Seminar on Bio-inspired complex networks in Science and Technology, Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems in Dresden, Germany, 2008.

**Регистровани патент на националном нивоу (M92)**

**Патент прјављен, објављени и регистрован након избора у звање виши научни сарадник**

1.Đ. Vuković, S. Lazović, D. Dimitrijević, **M. Mitrović Dankulov**, S. Jovanović, A. Vuković Đukić

*Подесиви механизам лабораторијске мешалице*

МП 1566 , број решења о признању 2018/15457 (2018)



## УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Адреса: Студентски трг 1, 11000 Београд, Република Србија  
Тел.: 011 3207400; Факс: 011 2638818; E-mail: officebu@rect.bg.ac.rs

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ  
НАУКА

Београд, 12. јул 2021. године  
02-04 Број 61206-2813/2-21  
СЋ

На основу члана 48 став 5 тачка. 3 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета у Београду“, бр. 201/18, 207/19, 213/20, 214/20 и 217/20), и чл. 14 - 21 Правилника о већима научних области на Универзитету у Београду („Гласник Универзитета у Београду“, бр. 134/07, 150/09, 158/11, 164/11, 165/11, 180/14, 195/16, 196/16, 197/17 и 208/19), а на захтев Физичког факултета, бр. 161/4 од 23. јуна 2021. године, Веће научних области природно-математичких наука, на седници одржаној 12. јула 2021. године, донело је

### О Д Л У К У

ДАЈЕ СЕ САГЛАСНОСТ на одлуку Наставно-научног већа Физичког факултета о прихватању теме докторске дисертације АНЕ ВРАНИЋ, под називом: „Evolving complex networks: structure and dynamics (Растуће комплексне мреже: структура и динамика)“, и одређивање др Марије Митровић Данкулов за ментора.

ПРЕДСЕДНИК ВЕЋА

проф. др Воја Радовановић



Доставити:

- Факултету
- архиви Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Јелена М. Смиљанић

ИСПИТИВАЊЕ СВОЈСТАВА  
КОМПЛЕКСНИХ МРЕЖА СА  
ДИСКРЕТНОМ ДИНАМИКОМ

докторска дисертација

Београд, 2017



UNIVERSITY OF BELGRADE  
SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING

Jelena M. Smiljanić

**ANALYSIS OF PROPERTIES OF  
COMPLEX NETWORKS WITH  
DISCRETE DYNAMICS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017

Ментор:

др Марија Митровић Данкулов, научни сарадник  
Универзитет у Београду - Институт за физику у Београду

Чланови комисије:

др Јелена Радовановић, редовни професор  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Витомир Милановић, професор емеритус  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Марија Рашајски, ванредни професор  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Антун Балаж, научни саветник  
Универзитет у Београду - Институт за физику у Београду

Датум одбране: 16. новембар 2017.

## Захвалница

Ова докторска дисертација је урађена у Лабораторији за примену рачунара у науци Института за физику у Београду, под руководством др Марије Митровић Данкулов. Захваљујем се др Митровић Данкулов на указаном поверењу, помоћи око одабира теме истраживања, пренесеном знању, као и на стрпљењу које је уложила у овај рад.

Велику захвалност дугујем др Антуну Балажу на великом подстицају у научноистраживачком раду, константној подршци и корисним саветима.

Желела бих да се захвалим др Игору Станковићу, др Милану Жежељу, проф. др Јелени Радовановић, проф. др Јовану Радуновићу и проф. др Витомиру Милановићу за сарадњу, коауторство и помоћ код објављивања првих радова на почетку моје научноистраживачке каријере.

Колеге из Лабораторије за примену рачунара у науци биле су изузетна подршка и свакодневни заједнички рад био је право задовољство. Овом приликом им се пуно захваљујем.

Посебно се захваљујем својој породици и пријатељима на подршци током мог целокупног школовања.

Овај рад је финансиран у оквиру пројекта ОИ171017 Министарства просвете науке и технолошког развоја Републике Србије.

# Садржај

<b>1</b>	<b>Увод</b>	<b>1</b>
1.1	Физика комплексних система . . . . .	1
1.2	Комплексне мреже . . . . .	2
1.3	Социофизика . . . . .	5
1.4	Предмет и циљ истраживања . . . . .	7
1.5	Структура рада . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Квантитативне методе</b>	<b>10</b>
2.1	Статистичка анализа . . . . .	10
2.2	Математички модели . . . . .	15
2.2.1	Бернулијев процес . . . . .	17
2.2.2	Хомоген Марковски ланац . . . . .	18
2.2.3	Временски-нехомоген Марковски ланац . . . . .	20
2.3	Комплексне мреже . . . . .	22
2.3.1	Структура комплексне мреже . . . . .	23
2.3.2	Бипартитна мрежа . . . . .	28
2.3.3	Филтрирање отежињене мреже добијене пројекцијом бипартитне мреже . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Подаци</b>	<b>33</b>
3.1	Научне конференције . . . . .	34
3.2	Meetup групе . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Обрасци учешћа</b>	<b>45</b>
4.1	Емпиријска анализа . . . . .	45
4.1.1	Научне конференције . . . . .	45

---

4.1.2	Meetup групе . . . . .	50
4.2	Генерализовани бинарни Појин модел . . . . .	54
4.2.1	Научне конференције . . . . .	55
4.2.2	Meetup групе . . . . .	60
4.3	Универзалне карактеристике динамике учествовања у колективним активностима . . . . .	63
<b>5</b>	<b>Структура социјалних мрежа под утицајем учешћа на догађајима</b>	<b>65</b>
5.1	Анализа Meetup социјалних мрежа . . . . .	66
5.2	Утицај појединачних догађаја на карактеристике социјалне мреже	73
<b>6</b>	<b>Закључак</b>	<b>79</b>
	<b>Додатак А</b>	<b>84</b>
A.1	Аналитичко решавање модела у случају Бернулијевог процеса . . .	84
A.2	Аналитичко решавање модела у случају хомогеног Марковског ланца . . . . .	85
	<b>Литература</b>	<b>88</b>



Master rad

# Statistička fizika epidemija: modeli na kompleksnim mrežama

Darja Cvetković

Smer: Teorijska i eksperimentalna fizika

Mentor: Dr Marija Mitrović Dankulov

Fizički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Septembar 2020

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FIZIČKI FAKULTET



Master rad

**Obrasci mobilnosti u Gradu Beogradu:  
prostorno-vremenska analiza strukture i  
dinamike prije i tokom COVID-19 epidemije**

STUDENT

Nikola Stupar

Broj indeksa: 7052/2020

Smjer: Primenjena i kompjuterska fizika

MENTOR

dr Marija Mitrović Dankulov

Beograd, septembar 2021.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FIZIČKI FAKULTET



Master rad

**Struktura i dinamika kompleksne mreže  
interakcija korisnika na sajtu Dig**

STUDENT

Danica Božin

Broj indeksa: 7010/2018

Smer: Opšta Fizika

MENTOR

Dr Marija Mitrović Dankulov

Beograd, Septembar 2022



**Računarstvo u  
društvenim naukama  
([https://rdn.studije.rect.  
bg.ac.rs/](https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/))**

*Master akademske studije*

# Nastavnici



Nastavnici

Na studijskom programu **Računarstvo u društvenim naukama** angažovani su nastavnici sa devet fakulteta Univerziteta u Beogradu. Time je postignut visok stepen interdisciplinarnosti u ovom studijskom programu, što je danas sve češća tendencija na mnogim univerzitetima u svetu.

Ime i prezime	Nastavničko zvanje	Predmet(i)
---------------	--------------------	------------

<p><u>Milošević M. Mladen</u>  <a href="https://www.linkedin.com/in/mladen-milosevic-19b03340/?originalSubdomain=rs">           (https://www.linkedin.com/in/mladen-milosevic-19b03340/?originalSubdomain=rs)         </a></p>	<p>Vanredni profesor</p>	<p><u>Pravni i etički aspekti informacione tehnologije</u>  <a href="https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/pravni-aspekti-informacione-komunikacionih-cyber-kriminalnih">           (https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/pravni-aspekti-informacione-komunikacionih-cyber-kriminalnih)         </a></p>
<p><u>Mirić V. Natalija</u> (<a href="http://www.gef.bg.ac.rs/nastavnici-i-saradnici/msr-natalija-miric/">http://www.gef.bg.ac.rs/nastavnici-i-saradnici/msr-natalija-miric/</a>).</p>	<p>Docent</p>	<p><u>Demografija i neinformacione tehnologije</u>  <a href="https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/demografija-i-nove-informacione-tehnologije/">           (https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/demografija-i-nove-informacione-tehnologije/)         </a></p>
<p><u>Mitrović Dankulov M. Marija</u>  <a href="http://www.scl.rs/28-scl-members/members/449-marija-mitrovic">           (http://www.scl.rs/28-scl-members/members/449-marija-mitrovic)         </a></p>	<p>Viši naučni saradnik</p>	<p><u>Računarska analiza društvene mreža</u>  <a href="https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/racunarska-analiza-drustvene-mreza">           (https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/racunarska-analiza-drustvene-mreza)         </a></p>
<p><u>Okanović Ž. Milan</u>  <a href="http://www.fon.bg.ac.rs/o-fakultetu/organizacija/nastavnici/milan-okanovic/">           (http://www.fon.bg.ac.rs/o-fakultetu/organizacija/nastavnici/milan-okanovic/)         </a></p>	<p>Vanredni profesor</p>	<p><u>Društveni mediji i digitalne marketing kampanje</u>  <a href="https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/drustveni-mediji-i-digitalne-marketing-kampanje/">           (https://rdn.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/drustveni-mediji-i-digitalne-marketing-kampanje/)         </a></p>



(<https://ada.studije.rect.bg.ac.rs/>)

# Teachers



Teachers

Teachers and researchers from six different faculties and four different research institutes of the University of Belgrade teach courses at the **Advanced Data Analytics** program. This ensures a high degree of interdisciplinarity in the program, which is essential for education and practice in the broad field of data analysis.

Name	Title	Course(s)
<a href="https://www.linkedin.com/in/aleksandar-markovic-596a66199/">Aleksandar M. Marković</a> ( <a href="https://www.linkedin.com/in/aleksandar-markovic-596a66199/">https://www.linkedin.com/in/aleksandar-markovic-596a66199/</a> )	Professor	<a href="https://ada.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/models-of-statistical-learning/">Models of Statistical Learning</a> ( <a href="https://ada.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/models-of-statistical-learning/">https://ada.studije.rect.bg.ac.rs/predmeti/models-of-statistical-learning/</a> )

<p><u><a href="http://www.scl.rs/28-scl-members/members/449-marija-mitrovic">Marija M. Mitrović Dankulov</a></u> (<a href="http://www.scl.rs/28-scl-members/members/449-marija-mitrovic">http://www.scl.rs/28-scl-members/members/449-marija-mitrovic</a>).</p>	<p>Associate Research Professor</p>	<p><u><a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/introduction-to-time-series-analysis/">Introduction to time series analysis</a></u>, (<a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/introduction-to-time-series-analysis/">https://ada.studije.rect.b/predmeti/introduction-to-time-series-analysis/</a>). <u><a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/social-network-analysis/">Social Network Analysis</a></u> (<a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/social-network-analysis/">https://ada.studije.rect.b/predmeti/social-network-analysis/</a>), <u><a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/artificial-intelligence-machine-learning/">Artificial Intelligence / Machine Learning</a></u> (<a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/artificial-intelligence-machine-learning/">https://ada.studije.rect.b/predmeti/artificial-intelligence-machine-learning/</a>), <u><a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/data-visualization/">Data Visualization</a></u> (<a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/data-visualization/">https://ada.studije.rect.b/predmeti/data-visualization/</a>) <u><a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/introduction-to-complex-networks-theory/">Introduction to complex networks theory</a></u> (<a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/introduction-to-complex-networks-theory/">https://ada.studije.rect.b/predmeti/introduction-to-complex-networks-theory/</a>)</p>
<p><u><a href="https://www.researchgate.net/profile/Marija-Kuzmanovic">Marija S. Kuzmanović</a></u> (<a href="https://www.researchgate.net/profile/Marija-Kuzmanovic">https://www.researchgate.net/profile/Marija-Kuzmanovic</a>).</p>	<p>Associate Professor</p>	<p><u><a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/analytics-and-optimization/">Analytics and optimization</a></u> (<a href="https://ada.studije.rect.b/predmeti/analytics-and-optimization/">https://ada.studije.rect.b/predmeti/analytics-and-optimization/</a>).</p>

## ФИНАНСИРАНИ ПРОЈЕКТИ

На овим странама представљени су иновативни пројекти финансирани од стране Фонда за иновациону делатност.



ФОНД ЗА ИНОВАЦИОНУ ДЕЛАТНОСТ / ПРОГРАМ САРАДЊЕ НАУКЕ И ПРИВРЕДЕ / ФИНАНСИРАНИ ПРОЈЕКТИ



# SYRMIA

**Назив пројекта:** Platform for Remote development of Automatic Drawing algorithms in realistic environment - READ

**Носилац конзорцијума:** SYRMIA

**Главни партнер:** Институт за физичку

**Место:** Нови Сад

**Индустрија:** Информационо комуникационе технологије

**Вредност пројекта:** 499.872 евра

**Учешће Фонда:** 299.872 евра

Компјутерска платформа која пружа инжењерима, истраживачима и наставницима средства за даљински развој, тестирање и верификацију њихових алгоритама за аутономну возачку у реалном окружењу.



Број 0801-84211  
Датум 12. 10. 2021

## UGOVORNE STRANE

**SYRMIA DOO Novi Sad**

ul. Jovana Cvijića 50, Novi Sad MB: 21419117, koje zastupa Igor Beljanski, direktor

(u daljem tekstu: SYRMIA ili Nosilac konzorcijuma)

i

**INSTITUT ZA FIZIKU U BEOGRADU**

ul. Pregrevica br. 118, MB: 660-01-00003/9, koji zastupa Aleksandar Bogojević, direktor

(u daljem tekstu: INSTITUT ili Glavni partner)

dana 11. Oktobar 2021. godine u Beogradu zaključuju

# UGOVOR O KONZORCIJUMU

*U VEZI SA REALIZACIJOM PROJEKTA "Platform for Remote development of Autonomous Driving algorithms in realistic environment - READ"*

Sva obaveštenja, saglasnosti ili druga akta i dokumenta u vezi sa izvršavanjem obaveza strana ugovornica po osnovu predmetnog Ugovora moraju biti dostavljena drugoj ugovornoj strani u pisanoj formi, blagovremeno, u radno vreme, putem pošte ili elektronske pošte na sledeće adrese:

Za SYRMIA

Đorđe Simić  
M: 062 888 00 55  
E: djordje.simic@syrmia.com

Za INSTITUT

dr Marija Mitrović Dankulov  
T:011/3713016  
M: 066/915 6806  
E: mitrovic@ipb.ac.rs

## NAKNADA ŠTETE

### Član 12.

---

Ugovorne strane su saglasne da će Ugovor o finansiranju sa Fondom zaključiti SYRMIA te je INSTITUT saglasan da SYRMIA nadoknadi štetu koju bi SYRMIA pretrpela ukoliko INSTITUT ne ispuni ugovorom preuzete obaveze. Analogno, SYRMIA je saglasan da nadoknadi štetu INSTITUTU ako SYRMIA ne ispuni ugovorom preuzete obaveze.

Radi otklanja bilo kakve sumnje, ugovorne strane su saglasne da će u slučaju da Fond raskine Ugovor o finansiranju i zatraži vraćanja novačnih sredstava od SYRMIA, obe ugovorne strane vratiti novčana sredstva Fondu u sledećoj visini:

- u slučaju da Fond zatraži povraćaj celokupno isplaćenog iznosa novčanih sredstava, ugovorne strane će izvršiti povrat celokupno primljenog iznosa,
- u slučaju da Fond zatraži delimični povraćaj isplaćenih novčanih sredstava, ugovorne strane će izvršiti povraćaj srazmerno primljenom novčanom iznosu ne računajući novčana sredstva koja je SYRMIA isplatila na Namenski račun u vezi sa učešćem u finansiranju.

## ZAVRŠNE ODREDBE

### Član 13.

---

Ugovorne strane prihvataju sve odredbe ovog ugovora jer isti izražava njihovu slobodnu volju te ga zato i potpisuju. Svi sporovi koji eventualno proisteknu iz ovog ugovora, ugovorne strane će rešiti sporazumno. Ukoliko bude nemoguće da se postigne sporazum, spor će se rešavati pred nadležnim sudom u Beogradu. Ovaj ugovor je sačinjen u 4 (četiri) primeraka, od čega svaka ugovorna strana zadržava po 2 (dva).

-Potpisi Ugovornih strana na sledećoj strani-

UGOVORNE STRANE

SYRMIA doo Novi Sad,

INSTITUT ZA FIZIKU U BEOGRADU, Beograd

  
Igor Beljanski, direktor



  
Aleksandar Bogojević, direktor





Бр. 20  
21. 01. 2021  
БЕОГРАД

0801 Број 38/1  
Датум 22. 01. 2021

## УГОВОР О ПРУЖАЊУ ПОДРШКЕ

### У РАЗВОЈУ, ЗАШТИТИ ПРАВА ИНТЕЛЕКТУЛНЕ СВОЈИНЕ И КОМЕРЦИЈАЛИЗАЦИЈИ

#### Индивидуалног пројекта

„Минијатуризација Теслаграм® читача за сигурно праћење објеката“

број пројекта 1092

у оквиру Програма ТТФ Фонда за иновациону делатност

Овај уговор о пружању подршке у развоју, заштити права интелектуалне својине и комерцијализацији Индивидуалног пројекта број 1092 (у даљем тексту: „Уговор“) закључен је у Београду, између следећих уговорних страна:

**I ФОНД ЗА ИНОВАЦИОНУ ДЕЛАТНОСТ**, правно лице установљено у складу са Законом о иновационој делатности и регистровано у Агенцији за привредне регистре Републике Србије, под матичним бројем: 20154691, ПИБ: 104403200, са седиштем у Београду, Република Србија, у улици Немањина 22-26, чији је заступник директор др Иван Ракоњац (у даљем тексту: „Фонд“),

и

**II**

1. **ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ**, у Београду, правно лице регистровано под матичним бројем 07018029, ПИБ 100105980, са седиштем у Београду, Република Србија, Прегревица 118, чији је заступник директор др Александар Богојевић (у даљем тексту: „Корисник финансирања“),

2. **Др Марија Митровић Данкулов**, са адресом пребивалишта Раде Кончара 95/3 11080 Београд, Република Србија, запослена на Институту за физику (у даљем тексту: „Истраживач“ или „Заједнички представник Истраживача“), са друге стране, надаље заједнички означени као „Корисник подршке“, а како следи:

#### Члан 1

Уговорне стране сагласно констатују да:

1) Фонд реализује сервисни програм трансфера технологије (у даљем тексту: „Програм ТТФ“), који имплементира централна Канцеларија за трансфер технологије (у даљем тексту: „КТТ“), успостављена у оквиру Фонда;

2) се по позиву Фонда од 30.03.2016. године у оквиру Програма ТТФ, дана 17.12.2020. године Корисник подршке пријавио за подршку у оквиру Програма ТТФ, тако што је поднео одговарајући Образац пријаве, у којој је потврдио да је упознат са документима о правилима спровођења Програма ТТФ;

Име (штампаним словима): **Др Иван Ракоњац**

Датум: \_\_\_\_\_

Потпис: \_\_\_\_\_

Функција: **директор**

(за Фонд)



Име (штампаним словима): **Др Александар Благојевић**

Датум: 22.01.2021

Потпис: \_\_\_\_\_

Функција: **директор**

(за Институт за физику)



Име (штампаним словима): **Др Марија Митровић Данкулов**

Датум: 22.01.2021.

Потпис: Марија Митровић Данкулов

(Истраживач)

## ФИНАНСИРАНИ ПРОЈЕКТИ

На овим странама представљени су  
иновативни пројекти финансирани од  
стране Фонда за иновациону делатност.



ФОНД ЗА ИНОВАЦИОНУ ДЕЛАТНОСТ / ПРОГРАМ САРАДЊЕ НАУКЕ И ПРИВРЕДЕ / ФИНАНСИРАНИ ПРОЈЕКТИ



Vlatacom  
institut

**Назив пројекта:** B-lock: The first Physical  
Access Control System with uncopyable keys

**Носилац конзорцијума:** Vlatacom  
institut d.o.o. Београд (Београд)

**Главни партнер:** Институт за физичку

**Сектор:** Електроникњарство

**Буџет пројекта:** 500.000 евра

**Учешће Фонда:** 300.000 евра

Зјединствени систем за контролу уласка у објекте са  
непоновљивим безбедносним кодом заснованим на  
биолошким обрасцима који се добијају са крила лептира и  
који гарантују немогућност копирања од стране било које  
познате технологије.



VLATACOM INSTITUT d.o.o.

Br. 13/2019

14. 01. 2019 god.

UGOVORNE STRANE  
Beograd Milutina Milankovića 5



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ | БЕОГРАД  
ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ  
ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ  
www.ipb.ac.rs

Број

0801-18/001

Датум

13. 05. 2019

**VLATACOM Institut visokih tehnologija doo Beograd**

ul. Milutina Milankovića 5 MB: 17167120 , koje zastupa Vladimir Cizelj, direktor

(u daljem tekstu: VLATACOM ili Nosilac konzorcijuma)

i

**INSTITUT ZA FIZIKU Beograd**

ul. Pregrevica br. 118, MB: 660-01-00003/9, koji zastupa Aleksandar Bogojević, direktor

(u daljem tekstu: INSTITUT ili Glavni partner)

dana \_\_. aprila 2019. godine u Beogradu zaključuju

# UGOVOR O KONZORCIJUMU

*U VEZI SA REALIZACIJOM PROJEKTA " B-LOCK: THE FIRST PHYSICAL ACCESS CONTROL SYSTEM  
WITH UNCOPIABLE KEYS"*

## IZMENE I DOPUNE UGOVORA

### Član 10.

---

Izmene i dopune ovoga ugovora mogu se vršiti samo pismenim putem uz saglasnost obe strane.

Prenos pojedinih prava i obaveza, kao i prenos celog ugovora, može se izvršiti na treća lica samo uz prethodnu saglasnost druge ugovorne strane.

Pravni sledbenik svake ugovorne strane neposredno stupa u sva prava i obaveze predviđenih ovim ugovorom.

## ZASTUPANJE KONZORCIJUMA I OSOBE ZA KONTAKT

### Član 11.

---

Projektom će upravljati i konzorcijum zastupati komitet koga sačinjavaju Aleksej Makarov ispred Nosioca Konzorcijuma, i Marija Mitrović Dankulov ispred Glavnog partnera (u daljem tekstu „Komitet“). Komitet će evaluirati i odobravati kvartalne izveštaje pre slanja Fondu kao i upravljati realizacijom projekta, nadzirati korišćenje sredstava i procedure nabavki. Nosilac Konzorcijuma je odgovoran za finansijske aspekte projekta i finansijske izveštaje. Nosilac Konzorcijuma i Glavni partner su, zajedno, odgovorni za razvojne aspekte projekta, dok je Glavni partner odgovoran za pripremu izveštaja o napretku projekta.

Sva obaveštenja, saglasnosti ili druga akta i dokumenta u vezi sa izvršavanjem obaveza strana ugovornica po osnovu predmetnog Ugovora moraju biti dostavljena drugoj ugovornoj strani u pisanoj formi, blagovremeno, u radno vreme, putem pošte ili elektronske pošte na sledeće adrese:

Za VLATACOM

Dr Aleksej Makarov \_\_\_\_\_

M: 064-8484008

E: aleksej@vlatacom.com

Za INSTITUT

dr Marija Mitrović Dankulov

T:011/3713068

M: 066/915 6806

E: mitrovic@ipb.ac.rs

## NAKNADA ŠTETE

### Član 12.

---

Ugovorne strane su saglasne da će Ugovor o finansiranju sa Fondom zaključiti VLATACOM te je INSTITUT saglasan da VLATACOMU nadoknadi štetu koju bi VLATACOM pretrpela ukoliko INSTITUT ne ispuni ugovorom preuzete obaveze. Analogno, VLATACOM je saglasan da nadoknadi štetu INSTITUTU ako VLATACOM ne ispuni ugovorom preuzete obaveze.

Radi otklanja bilo kakve sumnje, ugovorne strane su saglasne da će u slučaju da Fond raskine Ugovor o finansiranju i zatraži vraćanja novačnih sredstava od VLATACOMA, obe ugovorne strane vratiti novčana sredstva Fondu u sledećoj visini:

- u slučaju da Fond zatraži povraćaj celokupno isplaćenog iznosa novčanih sredstava, ugovorne strane će izvršiti povrat celokupno primljenog iznosa,
- u slučaju da Fond zatraži delimični povraćaj isplaćenih novčanih sredstava, ugovorne strane će izvršiti povraćaj srazmerno primljenom novčanom iznosu ne računajući novčana sredstva koja je VLATACOM isplatio na Namenski račun u vezi sa učešćem u finansiranju.

## ZAVRŠNE ODREDBE

### Član 13.

---

Ugovorne strane prihvataju sve odredbe ovog ugovora jer isti izražava njihovu slobodnu volju te ga zato i potpisuju. Svi sporovi koji eventualno proisteknu iz ovog ugovora, ugovorne strane će rešiti sporazumno. Ukoliko bude nemoguće da se postigne sporazum, spor će se rešavati pred nadležnim sudom u Beogradu. Ovaj ugovor je sačinjen u 4 (četiri) primeraka, od čega svaka ugovorna strana zadržava po 2 (dva).

### UGOVORNE STRANE



VLATACOM Institut visokih tehnologija doo. Beograd

  
\_\_\_\_\_  
Vladimir Cizelj, direktor



INSTITUT ZA FIZIKU Beograd

  
\_\_\_\_\_  
Aleksandar Bogoević, direktor



## ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ

ПРИМЉЕНО:		01.03.2023	
Ред.јед.	бр.сј	Арх.шифра	Прилог
084	273/3		

## ПОТВРДА О РУКОВОЂЕЊУ ПОТПРОЈЕКТОМ

Овим потврђујем да је виши научни сарадник др Марија Митровић Данкулов, за коју се покреће избор у звање научни саветник, у оквиру пројекта ОН171017 „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система“ руководила потпројектом „Моделирање комплексних нелинеарних динамичких система“. На поменутом потпројекту су били ангажовани следећи истраживачи: др Марија Митровић Данкулов, др Игор Франовић, др Јелена Смиљанић, др Ива Бачић и Ана Вранић.

др Антун Балаж

научни саветник

руководилац пројекта ОН171017

(од 2014. до 2019. године)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ БЕОГРАД

ИНСТИТУТ ОД НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ЗА РЕПУБЛИКУ СРБИЈУ

Прегревица 118, 11080 Земун - Београд, Република Србија

Телефон: +381 11 3713000, Факс: +381 11 3162190, [www.ipb.ac.rs](http://www.ipb.ac.rs)

ПИБ: 100105980, Матични број: 07018029, Текући рачун: 205-66984-23



ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ

ПРИМЉЕНО: 01.03.2023			
Рад. јед.	Б р о ј	Арх. шифра	Прилог
901	273/2		

### ПОТВРДА О РУКОВОЂЕЊУ ПОТПРОЈЕКТОМ

Овим потврђујем да виши научни сарадник др **Марија Митровић Данкулов**, за коју се покреће избор у звање научни саветник, у оквиру Лабораторије за примену рачунара у науци Националног центра изузетних вредности за изучавање комплексних система Института за физику у Београду, руководи потпројектом: „Структура и динамика социо-економских система“. На поменутом потпројекту су ангажовани следећи истраживачи: др Марија Митровић Данкулов, др Александра Алорић (до фебруара 2022. године), др Јелена Смиљанић, Ана Вранић и Дарја Цветковић.

др Антун Балаж

научни саветник

Руководилац Центра за изучавање комплексних система Института за физику у Београду



**Subject** invitation to COMPLEX NETWORKS 2018 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-01-23 16:31



---

This letter of invitation to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2018 was sent to you by the EasyChair user Hocine Cherifi <[hocine.cherifi@gmail.com](mailto:hocine.cherifi@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=LZ4dDq0eNwHxCWmAWcX0](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=LZ4dDq0eNwHxCWmAWcX0).

Please only reply to this letter through the provided link or send your reply to [hocine.cherifi@gmail.com](mailto:hocine.cherifi@gmail.com). If you try to reply to this letter using your mailer, the reply will NOT reach Hocine Cherifi

-----  
Dear Marija,  
First, I would like to extend to you my warmest regards and deepest thanks for contributing to the success of the Sixth International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2017) held in Lyon, France, November 29 - December 01, 2017. Preparation for the Seventh edition (Complex Networks 2018) to be held in Cambridge UK, December 11 - 13 , 2018 is underway  
<http://www.complexnetworks.org/index.html>

We are looking forward to working with you again this year for a successful conference. It gives me great pleasure to invite you to join the Program Committee. The submission deadline is September 04, 2018 and we are expecting receiving reviews by October 01, 2018. As for the previous edition the maximum reviewing charge is no more than four submissions.

I do very much hope that you will be able to accept this invitation.

Yours sincerely,  
Hocine

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.

**Subject** Welcome to the COMPLEX NETWORKS 2018 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-01-23 16:33



---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2018 (The Seventh International Conference on Complex Networks and their Applications). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=complexnetworks2018>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://www.easychair.org/conferences/> and find COMPLEX NETWORKS 2018 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot.cgi>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.

**Subject** invitation to COMPLEX NETWORKS 2019 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2019-04-09 13:40



---

This letter of invitation to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2019 was sent to you by EasyChair user Hocine Cherifi <[hocine.cherifi@gmail.com](mailto:hocine.cherifi@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=gTufZdB9SGMshNoIyHQV](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=gTufZdB9SGMshNoIyHQV).

-----  
Dear Marija,

First, I would like to extend to you my warmest regards and deepest thanks for contributing to the success of the Seventh International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2018) held in Cambridge, UK, December 12 - 13, 2018. Preparation for the Eighth edition (Complex Networks 2019) to be held in Lisbon, Portugal December 10 - 12, 2019 is underway.

<http://www.complexnetworks.org/index.html>

We are looking forward to working with you again this year for a successful conference. It gives me great pleasure to invite you to join the Program Committee.

The submission deadline is September 03, 2019 and we are expecting to receive reviews by October 01, 2019. As for the previous edition, the maximum reviewing charge is no more than four submissions.

I do very much hope that you will be able to accept this invitation.

Yours sincerely,

Hocine

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email. To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>

**Subject** Welcome to the COMPLEX NETWORKS 2019 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2019-04-09 13:49



---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2019 (Eighth International Conference on Complex Networks & Their Applications). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=complexnetworks2019>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find COMPLEX NETWORKS 2019 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>

**Subject** invitation to COMPLEX NETWORKS 2020 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2020-02-25 12:45



---

This letter of invitation to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2020 was sent to you by EasyChair user Hocine Cherifi <[hocine.cherifi@gmail.com](mailto:hocine.cherifi@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=DgcMpKkWfiplaIR3eVF2](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=DgcMpKkWfiplaIR3eVF2).

-----  
Dear Marija,  
First, I would like to extend to you my warmest regards and deepest thanks for contributing to the success of the Eighth International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2019) held in Lisbon, Portugal, December 10 - 12, 2019. Preparation for the Ninth edition (Complex Networks 2020) to be held in Madrid, Spain December 1 -3, 2020 is underway  
<http://www.complexnetworks.org/index.html>  
We are looking forward to working with you again this year for a successful conference. It gives me great pleasure to invite you to join the Program Committee.  
The submission deadline is September 02, 2020, and we are expecting to receive reviews by October 01, 2020. As for the previous edition, we expect that the maximum reviewing charge is no more than four submissions.  
I do very much hope that you will be able to accept this invitation.  
Yours sincerely,  
Hocine

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact>

**Subject** Welcome to the COMPLEX NETWORKS 2020 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2020-02-25 12:46



---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2020 (Ninth International Conference on Complex Networks & Their Applications). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=complexnetworks2020>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find COMPLEX NETWORKS 2020 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>

**Subject** invitation to COMPLEX NETWORKS 2021 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2021-03-03 10:42



---

This letter of invitation to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2021 was sent to you by EasyChair user Hocine Cherifi <[hocine.cherifi@gmail.com](mailto:hocine.cherifi@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=gjlgW9D2uf3p0lgYvniE](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=gjlgW9D2uf3p0lgYvniE).

-----  
Dear Marija,  
First, I would like to extend my warmest regards and deepest thanks for contributing to the Ninth International Conference's success on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2020) held online December 01 - 03, 2020.  
Preparation for the Tenth edition (Complex Networks 2021), to be held in Madrid, Spain, November 30 - December 02, 2021, is underway  
<http://www.complexnetworks.org/index.html>

We are looking forward to working with you again this year for a successful conference. It gives me great pleasure to invite you to join the Program Committee.

The submission deadline is September 01, 2021, and we are expecting to receive reviews by September 27, 2021. As for the previous edition, the maximum reviewing charge should not exceed three submissions.

I do very much hope that you will be able to accept this invitation.

Yours sincerely,  
Hocine

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact>

**Subject** Welcome to the COMPLEX NETWORKS 2021 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2021-03-03 10:47



---

Dear Marija Mitrović Dankulov,

You were added to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2021 (Tenth International Conference on Complex Networks & Their Applications). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=complexnetworks2021>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find COMPLEX NETWORKS 2021 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>



**Subject** invitation to COMPLEX NETWORKS 2022 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2022-03-01 14:52



---

This letter of invitation to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2022 was sent to you by EasyChair user Hocine Cherifi <[hocine.cherifi@gmail.com](mailto:hocine.cherifi@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=onTnKeQdLnTx6Z9rs4dY](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=onTnKeQdLnTx6Z9rs4dY).

-----  
Dear Marija,  
First, I would like to extend my warmest regards, and deepest thanks for contributing to the success of the Tenth International Conference on Complex Networks and their Applications (Complex Networks 2021) held in Madrid November 30 - December 02, 2021. Preparation for the Eleventh edition (Complex Networks 2022), to be held in Palermo, Italy, November 08 - 10, 2022, is underway  
<http://www.complexnetworks.org/index.html>  
We are looking forward to working with you this year for a successful conference. It gives me great pleasure to invite you to join the Program Committee.  
Please make sure that you will be able to meet the following timeline before accepting our invitation.  
PAPER BIDDING: JUNE 10 - 16, 2022 -- place bids on papers; each PC member will bid about 8-10 papers  
PAPER ASSIGNMENT: JUNE 24, 2022 -- Each PC member is assigned 3-4 submissions to review.  
  
REVIEWING ENDS: JULY 06, 2022 -- carry out reviews of the papers assigned to you.  
Yours sincerely,  
Hocine

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact>

**Subject** Welcome to the COMPLEX NETWORKS 2022 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2022-03-01 16:34



---

Dear Marija Mitrović Dankulov,

You were added to the program committee of COMPLEX NETWORKS 2022 (Eleventh International Conference on Complex Networks & Their Applications). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=complexnetworks2022>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find COMPLEX NETWORKS 2022 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>



**Subject** Invitation to IC2S2 2018 Program Committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-01-22 00:50

---

This letter of invitation to the program committee of IC2S2 2018 was sent to you by the EasyChair user Taha Yasseri <[taha.yasseri@oii.ox.ac.uk](mailto:taha.yasseri@oii.ox.ac.uk)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=Ra2fSfRM9uCx0GxcxRnI](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=Ra2fSfRM9uCx0GxcxRnI).

Please only reply to this letter through the provided link or send your reply to [taha.yasseri@oii.ox.ac.uk](mailto:taha.yasseri@oii.ox.ac.uk). If you try to reply to this letter using your mailer, the reply will

NOT reach Taha Yasseri

-----  
Dear Marija Mitrovic,

We would like to invite you to join the program committee of the 4th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2018, [kell.gg/ic2s2](http://kell.gg/ic2s2)), to be held at the Kellogg School of Management of Northwestern University in Evanston, USA, from July 12-15 2018.

IC2S2 is an interdisciplinary event designed to engage a broad community of researchers – academics, industry experts, open data activists, government agency workers, and think tank analysts – dedicated to advancing social science knowledge through computational methods. This event affords the opportunity to meet and discuss works in which social systems and dynamics are investigated in a quantitative way through large datasets that are either mined from various sources (e.g. social media, communication systems), or created via controlled experiments or computational modeling.

This is the list of invited speakers (all confirmed):

Lada Adamic, Facebook  
Damon Centola, University of Pennsylvania  
Nitesh Chawla, University of Notre Dame  
Frank M. Freimann, The Interdisciplinary Center for Network Science & Application  
Tanzeem Choudhury, Cornell University  
Aaron Clauset, University of Colorado Boulder  
Iain Couzin, University of Konstanz, Germany  
David Ferrucci, Bridgewater Associates  
Marta C. Gonzalez, University of California Berkeley  
Matt Jackson, Stanford University  
David Lazer, Northeastern University  
Marta Sales-Pardo, University Rovira i Virgili  
Duncan Watts, Microsoft

As a program committee member, you are expected to review a maximum of 4 submissions (consisting of extended abstracts of max 2 pages) and possibly have a brief discussion with other PC members who are reviewing the same contributions.

Important dates for the conference are listed below:

Paper Submission Deadline: 5 Feb 2018  
Paper bidding: 5 February – 8 February 2018  
Paper Assignment: 10 February 2018  
Review Due: 26 February 2018  
Notification: 5 March 2018  
Conference: 12-15 July 2018

We sincerely hope that you can accept our invitation. We look forward to hearing your positive answer! Please log onto the conference management system for IC2S2 2018 to answer our invitation following the link below, and let us know if you have any questions.

Best wishes,

PC Chairs, IC2S2 2018

Jane Diesner, Lorien Jasney, Michael Mauskapf, Cuihua (Cindy) Shen, and Taha Yasseri

-----

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.



**Subject** Welcome to the IC2S2 2018 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-01-22 09:36

---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of IC2S2 2018 (International Conference on Computational Social Science). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=ic2s21>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://www.easychair.org/conferences/> and find IC2S2 2018 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot.cgi>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.

**Subject** invitation to IC2S2 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2019-01-29 18:04



---

This letter of invitation to the program committee of IC2S2 was sent to you by EasyChair user Milena Tsvetkova <[m.tsvetkova@lse.ac.uk](mailto:m.tsvetkova@lse.ac.uk)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=gmrD7DSvVXcb7Xd9oAN8](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=gmrD7DSvVXcb7Xd9oAN8).

-----  
Dear Marija,

We would like to invite you to join the program committee of the 5th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2019, <https://2019.ic2s2.org/>), to be held at the University of Amsterdam in Amsterdam, the Netherlands, from July 17–20, 2019.

IC2S2 is an interdisciplinary event designed to engage a broad community of researchers – academics, industry experts, open data activists, government agency workers, and think tank analysts – dedicated to advancing social science knowledge through computational methods. This event offers the opportunity to meet and discuss work that investigates social systems and dynamics. This includes empirical studies using datasets that are for example mined from various sources (e.g. social media, communication systems, sensor systems), or created via online experiments, but also theoretical studies using for example computational modelling.

This is the list of confirmed invited speakers:

- \* Kenneth Benoit, London School of Economics and Political Science
- \* Jana Diesner, University of Illinois at Urbana Campaign
- \* Deen Freelon, University of North Carolina
- \* Mirta Galesic, Santa Fe Institute
- \* Cesar Hidalgo, MIT Media Lab
- \* Devra Moehler, Facebook Research
- \* Scott Page, University of Michigan
- \* Emma Spiro, University of Washington
- \* Lukas Vermeer, Booking.com
- \* Claudia Wagner, GESIS Leibniz Institute for the Social Sciences

As a program committee member you are expected to review a maximum of 4 submissions (consisting of extended abstracts of 2 pages). You may also need to briefly discuss with other program committee members who are reviewing the same abstract.

Important dates for the conference are listed below:

Abstract submission deadline: 6 February 2019  
Abstract bidding: 11 February – 14 February 2019  
Abstract assignment to Program Committee members: 15 February 2019  
Reviews due: 3 March 2019  
Notifications sent to authors: 8 March 2019  
Conference: 17–20 July 2019

We sincerely hope that you can accept our invitation. We look forward to hearing your positive answer! Please log onto the conference management system for IC2S2 2019 to answer our invitation following the link above by February 10th, and let us know if you have any questions.

Best wishes,

Program Committee Chairs, IC2S2 2019  
Rense Corten, Kayla de la Haye, David Schoch, Vincent Traag, and Milena Tsvetkova

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias,  
so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact.cgi>



**Subject** Welcome to the IC2S2 2020 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2019-11-05 15:53

---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of IC2S2 2020 (6th International Conference on Computational Social Science). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=ic2s2-2020>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find IC2S2 2020 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>





**Subject** invitation to IC2S2 2020 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2019-11-05 15:51

---

This letter of invitation to the program committee of IC2S2 2020 was sent to you by EasyChair user Onur Varol <[ovarol2005@gmail.com](mailto:ovarol2005@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=lZ7m3bvnpaKVZyXpuEuY](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=lZ7m3bvnpaKVZyXpuEuY).

-----  
Dear Marija,

We would like to invite you to join the program committee of the 6th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2020, <http://2020.ic2s2.org>), to be held at MIT in Cambridge, Massachusetts from July 17-20, 2020.

IC2S2 brings together researchers in computational science, complexity, and social science, and provides a platform for new work in the field of computational social science. Contributed abstracts are presented orally in parallel thematic sessions or as posters at the three day conference, which takes place at MIT in Cambridge, Massachusetts from July 17 to 20. For details, visit <http://2020.ic2s2.org>.

#### # Regular abstract submission

IC2S2 solicits abstracts from researchers in the social sciences with a clear component of computation, simulation or data analysis or data science. This includes for example sociology, psychology, communication science, anthropology, media studies, political science, public health, and economics. In addition, contributions from computer science, data science, and computational science with real-world applications in the social sciences or related fields, are welcome. We emphatically welcome abstracts that try to integrate both components. This is not limited to empirical studies; more general theoretical contributions are also welcome.

Topics of interest include, but are not limited to, the following:

- Network analysis of social systems
- Large-scale social experiments
- Agent-based or other simulations of social phenomena
- Text analysis and natural language processing (NLP) of social phenomena
- Cultural patterns and dynamics
- Computational science studies (sociology of science)
- Social news curation and collaborative filtering
- Social media studies
- Theoretical discussions in computational social science
- Causal inference and computational methods for social science
- Ethics in computational social sciences
- Reproducibility in computational social science
- Large scale infrastructure in computational social science
- Novel digital data sources
- Computational analyses for addressing societal challenges
- Methods and analyses of observational social data
- Computational social science research in industry

#### # Submission guidelines

Contributions to the conference should be submitted via EasyChair at:

<https://easychair.org/conferences/?conf=ic2s2-2020>

The extended abstract should include a title and a list of 5 keywords, but no authors' names or affiliations. The abstract should outline the main contribution, data and methods used, results, and the impact of the work. Authors are encouraged to include one figure in their submission (the figure counts towards the page limit).

Please do not include authors' names and affiliations in the submitted document, as peer review will be double blind. Each extended abstract will be reviewed by multiple members of the Program Committee, composed of experts in computational social science.

When submitting on EasyChair you will be asked to provide information about the authors and their affiliations and to include a one-sentence summary of the extended abstract (20-50

words). The summary will be used for assigning reviewers. You can indicate a preference for an oral presentation or a poster presentation, but your preference may not be honored in the final decision.

Submissions will be non-archival, and the presented work can be already published, in preparation for publication elsewhere, or ongoing research. Submission implies willingness to present a talk or poster at the conference.

# Important dates

Regular abstract submission deadline: February 16, 2020

Acceptance notification: April 12, 2020

Early bird registration deadline: TBD

Registration deadline: TBD

Conference: July 17-20, 2020

We sincerely hope that you can accept our invitation. We look forward to hearing your positive answer! Please log onto the conference management system for IC2S2 2020 to answer our invitation following the link below, and let us know if you have any questions.

Best wishes,  
PC Chairs, IC2S2 2020

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias,  
so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact>



**Subject** Welcome to the IC2S2 2020 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2019-11-05 15:53

---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of IC2S2 2020 (6th International Conference on Computational Social Science). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=ic2s2-2020>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find IC2S2 2020 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>

**Subject** Invitation to join the IC2S2 2021 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2021-01-22 17:23



This letter of invitation to the program committee of IC2S2-2021 was sent to you by EasyChair user Christoph Stadtfeld <[christoph.stadtfeld@ethz.ch](mailto:christoph.stadtfeld@ethz.ch)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=LFMqLL3jwpsSXS940FIW](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=LFMqLL3jwpsSXS940FIW).

-----  
Dear Marija,

We would like to invite you to join the program committee of the 7th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2021, <https://2021.ic2s2.org/>), to be held online and at ETH Zurich, Switzerland, from July 27–31, 2021.

IC2S2 is an interdisciplinary event designed to engage a broad community of researchers – academics, industry experts, open data activists, government agency workers, and think tank analysts – dedicated to advancing social science knowledge through computational methods. This event offers the opportunity to meet and discuss work that investigates social systems and dynamics. This includes empirical studies using datasets that are for example mined from various sources (e.g. social media, communication systems, sensor systems), or created via online experiments, but also theoretical studies using for example computational modelling.

As a program committee member you are expected to review about 6-8 submissions (consisting of extended abstracts of 2 pages). You may also need to briefly discuss with other program committee members who are reviewing the same abstract.

Important dates for the conference are listed below:

Abstract submission deadline: 12 March 2021  
Abstract bidding: 15 March – 18 March 2021  
Abstract assignment to Program Committee members: 19 March 2021  
Reviews due: 19 April 2021  
Notifications sent to authors: 30 April 2021  
Conference: 27–31 July 2021

In an attempt to increase diversity in terms of gender, age and geography, we would like to ask you for your help! If you know CSS researchers with at least a few years of research experience who you would like to nominate as potential PC members, please use the following google form to let us know about them: <https://forms.gle/oic78a9qRPZJ2Pkp6>.

IC2S2 is going to be great, as usual! Let us share with you the list of already confirmed invited speakers:

- \* Brooke Foucault Welles (Northeastern)
- \* Christian Sandvig (U Michigan)
- \* David Garcia (TU Graz)
- \* Deborah Lupton (UNSW)
- \* Frank Takes (Leiden University)
- \* Frauke Kreuter (LMU and UMD)
- \* Meeyoung Cha (KAIST)
- \* Robert West (EPFL)
- \* Sune Lehmann (DTU)
- \* Silke Adam (University of Berne)
- \* Thomas Grund (UCD)

We sincerely hope that you can accept our invitation. We look forward to hearing your positive answer! Please log onto the conference management system for IC2S2 2021 to answer our invitation following the easychair link above by February 5, and let us know if you have any questions.

Best wishes,

Your Program Committee Chairs, IC2S2 2021  
Termeh Shafie (University of Manchester) and Christoph Stadtfeld (ETH Zurich)

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias,  
so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact>



**Subject** Welcome to the IC2S2-2021 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2021-01-22 22:23

---

Dear Marija Mitrović Dankulov,

You were added to the program committee of IC2S2-2021 (7th International Conference on Computational Social Science). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=ic2s22021>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find IC2S2-2021 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>



**Subject** Invitation to iCCECE'18 (University of Essex, Southend, UK) and iCETiC'18 (London Metropolitan University, UK) Technical Program Committee (and/or Track Chair)  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2017-09-22 19:33

---

This letter of invitation to the program committee of iCCECE '18 was sent to you by the EasyChair user Mahdi Miraz <[m.miraz@gmail.com](mailto:m.miraz@gmail.com)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=93MpYdz42F5AWnFE1g5z](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=93MpYdz42F5AWnFE1g5z).

Please only reply to this letter through the provided link or send your reply to [m.miraz@gmail.com](mailto:m.miraz@gmail.com). If you try to reply to this letter using your mailer, the reply will NOT reach Mahdi Miraz

-----  
Dear Professor Marija Mitrovic,

We are pleased to invite you to serve as TPC Member for the following two conferences IAER ([www.theiaer.org](http://www.theiaer.org)) plans to organize in UK, August 2018. In fact, we still have couple of Track Chair positions vacant. If you would like have an active participation as a Track Chair, please feel free to let us know.

1. International Conference on Computing, Electronics and Communications Engineering (iCCECE) 2018, to be held at University of Essex, Southend, UK, 15-16 August 2018. We aim to get it sponsored by IEEE.
2. International Conference on Emerging Technologies in Computing (iCETiC) 2018, to be held at London Metropolitan University, UK, 23-24 August 2018. We aim to get the proceedings published in Springer-verleg LNCS series.

Although the websites are still not duly ready, you may visit the current version of the websites here: <http://www.iccece18.theiaer.org> and <http://icetic18.theiaer.org>.

Best Regards  
Dr. Mahdi H. Miraz  
Publication Chair  
IAER Conference Organizing Committee  
-----

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.



**Subject** Welcome to the iCCECE '18 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2017-09-23 09:15

---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of iCCECE '18 (International Conference on Computing, Electronics and Communications Engineering 2018). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=iccece18>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://www.easychair.org/conferences/> and find iCCECE '18 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot.cgi>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.





**Subject** Welcome to the iCETiC '18 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-01-20 15:29

---

Dear Marija Mitrovic,

Mahdi Miraz <[m.miraz@gmail.com](mailto:m.miraz@gmail.com)> added you to the program committee of iCETiC '18 (International Conference on Emerging Technologies in Computing 2018). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=icetic18>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://www.easychair.org/conferences/> and find iCETiC '18 in your list of conferences. For all questions related to this invitation please contact Mahdi Miraz <[m.miraz@gmail.com](mailto:m.miraz@gmail.com)>

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot.cgi>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.



**Subject** Invitation to ICCS 2018 Program Committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-02-02 20:57

---

This letter of invitation to the program committee of ICCS2018 was sent to you by the EasyChair user Alfredo Morales <[alfredo@necsi.edu](mailto:alfredo@necsi.edu)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=trB9CeAiuAJLuuGNeVJk](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=trB9CeAiuAJLuuGNeVJk).

Please only reply to this letter through the provided link or send your reply to [alfredo@necsi.edu](mailto:alfredo@necsi.edu). If you try to reply to this letter using your mailer, the reply will NOT reach Alfredo Morales

-----  
Dear Marija Mitrovic,

You are invited to join the Program Committee for this year's International Conference on Complex Systems (ICCS 2018), which will be held July 22-27, 2018, in Cambridge, MA. Confirmed plenary speakers include: Stephen Wolfram, Nassim Taleb, Sandy Pentland, Eugene Stanley and Lazlo Barabasi, among others. Please visit our website for more information <http://www.necsi.edu/events/iccs2018/>

As a PC member, you may take part in reviewing submitted abstracts and helping publicize the event. Your involvement can ensure the conference's success. Besides, you will be given priority if you wish to organize or chair a session at the conference.

Please accept this invitation and be sure to fill out your profile on EasyChair, including your full name, preferred email address, institutional affiliation, country, and web page. Please also check off the research topics which best match your experience. This will allow us to match you with papers that reflect your interests during the review process.

Best regards,  
Alfredo J. Morales  
Program Chair  
-----

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.



**Subject** Welcome to the ICCS2018 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2018-02-02 20:58

---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of ICCS2018 (International Conference on Complex Systems 2018). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

[https://easychair.org/conferences/?conf=iccs\\_2018](https://easychair.org/conferences/?conf=iccs_2018)

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://www.easychair.org/conferences/> and find ICCS2018 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot.cgi>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.



**Subject** Invitation to ICCS 2020 Program Committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2020-02-11 22:05

---

This letter of invitation to the program committee of ICCS2020 was sent to you by EasyChair user Matthew Hardcastle <[matt@necsi.edu](mailto:matt@necsi.edu)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=txBp72r9EruUjjQiI4a7](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=txBp72r9EruUjjQiI4a7).

-----  
Dear Marija,

We thank you for your contributions to ICCS 2018, and we are pleased to invite you to join the Program Committee (PC) for the Tenth International Conference on Complex Systems (ICCS 2020), which will be held July 26-31, 2020, in Nashua, NH.

As a member of the PC, we appreciate your assistance with abstract reviews and helping to publicize the event. Your involvement can ensure the conference's success. We will give priority to any proposal you submit to organize or chair a workshop session.

Please let us know if you accept this invitation, and be sure to fill out your profile on EasyChair, including your full name, preferred email address, institutional affiliation, country, and web page. Please also check off the research topics which best match your experience. This will allow us to match you with papers that reflect your interests during the review process.

Regards,  
Matthew Hardcastle  
Communications and Logistics Chair

On behalf of the Organizing Committee:

Yaneer Bar-Yam (New England Complex Systems Institute)  
Marcus Aguiar (Universidade Estadual de Campinas)  
Dan Braha (University of Massachusetts, Dartmouth)  
Carlos Gershenson (National Autonomous University of Mexico)  
Garth Jensen (Naval Surface Warfare Center, Carderock Division)  
Les Kaufman (Boston University)  
Ali Minai (University of Cincinnati)  
Elena N. Naumova (Tufts, Division of Nutrition Data Sciences)  
Hiroki Sayama (Binghamton University)  
Emma Towlson (Northeastern University)

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email. To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>



**Subject** Welcome to the ICCS2020 program committee!  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2020-02-11 22:07

---

Dear Marija Mitrovic,

You were added to the program committee of ICCS2020 (Tenth International Conference on Complex Systems). This message contains information on how to access the program committee Web pages. To do so you should access

<https://easychair.org/conferences/?conf=iccs20201>

and enter your EasyChair user name and password. Alternatively, you can log in to EasyChair using <https://easychair.org/conferences/> and find ICCS2020 in your list of conferences.

If you forgot your user name or password, you should access

<https://easychair.org/account/forgot>

and specify [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs) as your email address.

Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias, so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page <https://easychair.org/contact>



**Subject** invitation to Socinfo 2018 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2017-12-30 13:19

---

This letter of invitation to the program committee of Socinfo 2018 was sent to you by the EasyChair user Olessia Koltsova <[ekoltsova@hse.ru](mailto:ekoltsova@hse.ru)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access

[https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=EIQZ5ICRW3Auf9uaBkS5](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=EIQZ5ICRW3Auf9uaBkS5).

Please only reply to this letter through the provided link or send your reply to [ekoltsova@hse.ru](mailto:ekoltsova@hse.ru). If you try to reply to this letter using your mailer, the reply will NOT reach Olessia Koltsova

-----  
Dear Marija,

As Program Chairs of SocInfo 2018 ([socinfo2018.hse.ru](http://socinfo2018.hse.ru)) we would like to invite you to join the Program Committee of the conference. The success of this interdisciplinary event will depend on the strong PC which is why best reviewers will be thanked by a special mention during the closing ceremony and on the conference website.

The 10th Social Informatics conference will be held in St.Petersburg, Russia, September 25-28, 2018.

As a PC member, your responsibilities would include writing reviews of around 3-5 papers (May-June). The formal deadlines are as follows:

- 1.Paper submission: May 9, 2018
- 2.Paper bidding: May 10-14, 2018
- 3.Assignments to reviewers: May 16, 2018
- 4.PC Reviews due: June 11, 2018
- 5.Discussions by reviewers: June 13-18, 2018
- 6.Notification of acceptance: June 19, 2018

We look forward to your positive response by January 9, 2018 via the Socinfo'18 EasyChair link.

Best regards,  
Olessia Koltsova & Steffen Staab  
SocInfo'18 Program Co-chairs

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please do not reply to this email. This email address is used only for sending email so you will not receive a response.

**Subject** Invitation to join the IC2S2 2021 program committee  
**From** EasyChair <noreply@easychair.org>  
**Sender** <noreply@easychair.org>  
**To** Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
**Date** 2021-01-22 17:23



This letter of invitation to the program committee of IC2S2-2021 was sent to you by EasyChair user Christoph Stadtfeld <[christoph.stadtfeld@ethz.ch](mailto:christoph.stadtfeld@ethz.ch)>. To accept or decline this invitation and/or answer the letter please access [https://easychair.org/conferences/pcinvite\\_view.cgi?code=LFMqLL3jwpsSXS940FIW](https://easychair.org/conferences/pcinvite_view.cgi?code=LFMqLL3jwpsSXS940FIW).

-----  
Dear Marija,

We would like to invite you to join the program committee of the 7th Annual International Conference on Computational Social Science (IC2S2 2021, <https://2021.ic2s2.org/>), to be held online and at ETH Zurich, Switzerland, from July 27–31, 2021.

IC2S2 is an interdisciplinary event designed to engage a broad community of researchers – academics, industry experts, open data activists, government agency workers, and think tank analysts – dedicated to advancing social science knowledge through computational methods. This event offers the opportunity to meet and discuss work that investigates social systems and dynamics. This includes empirical studies using datasets that are for example mined from various sources (e.g. social media, communication systems, sensor systems), or created via online experiments, but also theoretical studies using for example computational modelling.

As a program committee member you are expected to review about 6-8 submissions (consisting of extended abstracts of 2 pages). You may also need to briefly discuss with other program committee members who are reviewing the same abstract.

Important dates for the conference are listed below:

Abstract submission deadline: 12 March 2021  
Abstract bidding: 15 March – 18 March 2021  
Abstract assignment to Program Committee members: 19 March 2021  
Reviews due: 19 April 2021  
Notifications sent to authors: 30 April 2021  
Conference: 27–31 July 2021

In an attempt to increase diversity in terms of gender, age and geography, we would like to ask you for your help! If you know CSS researchers with at least a few years of research experience who you would like to nominate as potential PC members, please use the following google form to let us know about them: <https://forms.gle/oic78a9qRPZJ2Pkp6>.

IC2S2 is going to be great, as usual! Let us share with you the list of already confirmed invited speakers:

- \* Brooke Foucault Welles (Northeastern)
- \* Christian Sandvig (U Michigan)
- \* David Garcia (TU Graz)
- \* Deborah Lupton (UNSW)
- \* Frank Takes (Leiden University)
- \* Frauke Kreuter (LMU and UMD)
- \* Meeyoung Cha (KAIST)
- \* Robert West (EPFL)
- \* Sune Lehmann (DTU)
- \* Silke Adam (University of Berne)
- \* Thomas Grund (UCD)

We sincerely hope that you can accept our invitation. We look forward to hearing your positive answer! Please log onto the conference management system for IC2S2 2021 to answer our invitation following the easychair link above by February 5, and let us know if you have any questions.

Best wishes,

Your Program Committee Chairs, IC2S2 2021  
Termeh Shafie (University of Manchester) and Christoph Stadtfeld (ETH Zurich)

-----  
Best regards,  
EasyChair messenger.

---

Please be aware that this is an unmonitored email alias,  
so please do not reply to this email.  
To contact EasyChair use the EasyChair contact Web page  
<https://easychair.org/contact>





# BPU11 CONGRESS

## (<https://bpu11.info/>)

11th International Conference of the Balkan Physical Union  
28 August – 1 September 2022, Belgrade, Serbia

Menu ☰



(<https://balkanphysicalunion.info/>)

### International Scientific Committee

#### 1. Nuclear Physics and Nuclear Energy

- Daniel Andreica (Cluj-Napoca, Romania)
- Burcu Cakirli Mutlu (Istanbul, Turkey)
- Igor Čeliković (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dimitrije Maletić (Belgrade, Serbia), secretary
- Georgi Raynovski (Sofia, Bulgaria)
- Svetislav Savović (Kragujevac, Serbia)
- Erjon Spahiu (Tirana, Albania)

#### 2. Astronomy and Astrophysics

- Vesna Borka (Belgrade, Serbia)
- Gojko Đurašević (Belgrade, Serbia)
- Mimoza Hafizi (Tirana, Albania)
- Gordana Jovanović (Podgorica, Montenegro)
- Milan Milošević (Niš, Serbia)
- Jelena Petrović (Belgrade, Serbia)
- Marius Piso (Bucharest, Romania)
- Luka Popović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Evgeni Semkov (Sofia, Bulgaria)
- Saša Simić (Kragujevac, Serbia)
- Nikolaos Spyrou (Thessaloniki, Greece)
- Vladimir Srećković (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dejan Urošević (Belgrade, Serbia)

#### 3. Gravitation and Cosmology

- Duško Borka (Belgrade, Serbia)
- Dragoljub Dimitrijević (Niš, Serbia), secretary
- Mimoza Hafizi (Tirana, Albania)
- Predrag Jovanović (Belgrade, Serbia)
- Kostas Kleidis (Thessaloniki, Greece)
- Voja Radovanović (Belgrade, Serbia)
- Zoran Rakić (Belgrade, Serbia)
- Marko Vojinović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dumitru Vulcanov (Timisoara, Romania)
- Stoycho Yazadzhiev (Sofia, Bulgaria)

#### 4. Atomic and Molecular Physics

- Tasko Grozdanov (Belgrade, Serbia)
- Lucian Ion (Bucharest, Romania)
- Slavoljub Mijović (Podgorica, Montenegro)
- Nenad Milojević (Niš, Serbia), secretary
- Asen Pashov (Sofia, Bulgaria)
- Violeta Petrović (Kragujevac, Serbia), coordinator
- Igor Savić (Novi Sad, Serbia), coordinator
- Nenad Simonović (Belgrade, Serbia)

#### 5. High Energy Physics (Particles and Fields)

- Tatjana Agatonović Jovin (Belgrade, Serbia)
- Calin Alexa (Bucharest, Romania)
- Biljana Antunović (Banja Luka, Bosnia and Herzegovina)
- Ion Cotaescu (Timisoara, Romania)
- Dragoljub Dimitrijević (Niš, Serbia), secretary
- Magdalena Đorđević (Belgrade, Serbia)
- Miloš Đorđević (Belgrade, Serbia)
- Plamen Iaydjiev (Sofia, Bulgaria)
- Predrag Milenović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Rudina Osmanaj (Tirana, Albania)
- Fotios Ptochos (Nicosia, Cyprus)

- Voja Radovanović (Belgrade, Serbia)
- Nataša Raičević (Podgorica, Montenegro)
- Ömer Yavas (Ankara, Turkey)
- Lidija Živković (Belgrade, Serbia), coordinator

#### 6. Condensed Matter Physics and Statistical Physics

- Miroslav Abrashev (Sofia, Bulgaria)
- Antun Balaž (Belgrade, Serbia)
- Jelena Belošević-Čavor (Belgrade, Serbia), coordinator
- Željka Cvejić (Novi Sad, Serbia), coordinator
- Zorana Dohčević-Mitrović (Belgrade, Serbia)
- Sinasi Ellialtioglu (Ankara, Turkey)
- Cristian Enachescu (Iasi, Romania)
- Oguz Gulsiren (Ankara, Turkey)
- Sanja Janičević (Kragujevac, Serbia)
- Nataša Jović Orsini (Belgrade, Serbia)
- Nenad Lazarević (Belgrade, Serbia)
- Panos Patsalas (Thessaloniki, Greece)
- Dušan Popović (Belgrade, Serbia)
- Vadim Sirkeli (Chişinău, Moldova)
- Nicolaos Toumbas (Nicosia, Cyprus)
- Daniel Vizman (Timisoara, Romania)
- George Vourlias (Thessaloniki, Greece)
- Nenad Vukmirović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Tatjana Vuković (Belgrade, Serbia)

#### 7. Optics and Photonics

- Petar Atanasov (Sofia, Bulgaria)
- Tudor Braniste (Chişinău, Moldova)
- Maria Dinescu (Bucharest, Romania)
- Nikola Filipović (Niš, Serbia)
- Milan Kovačević (Kragujevac, Serbia)
- Ana Mančić (Niš, Serbia)
- Peđa Mihailović (Belgrade, Serbia), secretary
- Stanko Nikolić (Belgrade, Serbia)
- Vladan Pavlović (Niš, Serbia)
- Marica Popović (Belgrade, Serbia)
- Svetislav Savović (Kragujevac, Serbia)
- Milutin Stepić (Belgrade, Serbia), coordinator
- Rodica Vladioiu (Constanta, Romania)

#### 8. Plasma and Gas-Discharge Physics

- Gheorghe Dinescu (Bucharest, Romania)
- Saša Dujko (Belgrade, Serbia), coordinator
- Saša Gocić (Niš, Serbia)
- Zhivko Kisosovski (Sofia, Bulgaria)
- Milan Kovačević (Kragujevac, Serbia)
- Bratislav Obradović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Mara Šćepanović (Podgorica, Montenegro)

#### 9. Theoretical, Mathematical and Computational Physics

- Metin Arık (Istanbul, Turkey)
- Miroljub Dugić (Kragujevac, Serbia)
- Igor Franović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Borislav Gajić (Belgrade, Serbia), secretary
- Aurelian Isar (Bucharest, Romania)
- Milan Milošević (Niš, Serbia)
- Klaudio Peqini (Tirana, Albania)
- Slobodan Radošević (Novi Sad, Serbia)
- Radoslav Rashkov (Sofia, Bulgaria)
- Neli Stoilova (Sofia, Bulgaria)

#### 10. Meteorology and Geophysics

- Ekaterina Bachvarova (Sofia, Bulgaria)
- Vladimir Đurđević (Belgrade, Serbia), coordinator
- Kostadin Ganev (Sofia, Bulgaria)
- Slobodan Ničković (Belgrade, Serbia), secretary
- Klaudio Peqini (Tirana, Albania)
- Tanja Porja (Tirana, Albania)
- Sabina Stefan (Bucharest, Romania)

#### 11. Environmental Physics – Alternative Sources of Energy

- Balis Dimitrios (Thessaloniki, Greece)
- Valentin Ivanovski (Belgrade, Serbia)
- Zoran Mijić (Belgrade, Serbia), coordinator
- Ioan Stamatiu (Bucharest, Romania)
- Ana Umičević (Belgrade, Serbia), secretary
- Petko Vitanov (Sofia, Bulgaria)
- Gerti Xhixha (Tirana, Albania)

**12. Physics of Socioeconomic Systems and Applied Physics**

- Olta Çakaj (Tirana, Albania)
- Dragana Krstić (Kragujevac, Serbia)
- Mihail Lungu (Timisoara, Romania)
- Vladimir Marković (Kragujevac, Serbia), secretary
- Marija Mitrović Dankulov (Belgrade, Serbia), coordinator
- Petar Petrov (Sofia, Bulgaria)
- Dode Prenga (Tirana, Albania)
- Stavros Stavriniades (Thessaloniki, Greece)

**13. Biophysics and Medical Physics**

- Aleksandar Krmpot (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dragana Krstić (Kragujevac, Serbia), secretary
- Mihai Radu (Bucharest, Romania)
- Miloš Včić (Belgrade, Serbia)
- Victoria Vitkova (Sofia, Bulgaria)
- Gerti Xhixha (Tirana, Albania)
- Emil Xhuvani (Tirana, Albania)

**14. Physics Education, History and Philosophy of Physics**

- Dejan Đokić (Belgrade, Serbia), secretary
- Maya Gaydarova (Sofia, Bulgaria)
- Ivan Lalov (Sofia, Bulgaria)
- Dragana Malivuk Gak (Banja Luka, Bosnia and Herzegovina)
- Silvana Mico (Tirana, Albania)
- Violeta Petrović (Kragujevac, Serbia), coordinator
- Sebastian Popescu (Iasi, Romania)
- Stavros Stavriniades (Thessaloniki, Greece)
- Maja Stojanović (Novi Sad, Serbia)
- Mira Vučeljić (Podgorica, Montenegro)
- Andrijana Žekić (Belgrade, Serbia)

**15. Metrology and Instrumentation**

- Luljeta Gjeçi (Tirana, Albania)
- Aleksandar Kandić (Belgrade, Serbia)
- Marina Lekić (Belgrade, Serbia), coordinator
- Aurelian Luca (Bucharest, Romania)
- Ivan Stefanov (Sofia, Bulgaria)
- Stevan Stojadinović (Belgrade, Serbia), secretary

Members of ISC (alphabetical order) (<https://bpu11.info/committees/international-scientific-committee/isc-alphabetical/>)

**Sponsors & partners**

(<https://www.eps.org/>)

(<https://home.cern/>)



(<https://www.ictp.it/>)



(<http://apv.visokoobrazovanje.vojvodina.gov.rs/>)



(<https://www.cei.int/>)



(<https://mpn.gov.rs/>)



(<https://www.epj.org>)

[/about-epj](#)

Proudly powered by WordPress (<https://wordpress.org/>)

The Fifth Conference on Information Theory and Complex Systems  
TINKOS 2017

# BOOK OF ABSTRACTS

Editors: Velimir Ilić and Miomir Stanković



Belgrade, Serbia, November 9-10, 2017  
Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts

**The Fifth Conference on  
Information Theory and Complex Systems  
TINKOS 2017**

Belgrade, Serbia, November 9-10, 2017

**BOOK OF ABSTRACTS**

Editors: Velimir Ilić and Miomir Stanković



Република Србија  
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ  
РАЗВОЈА

The conference is organized by  
the Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts  
under auspices of  
the Ministry of Education, Science and Technology Development  
of the Republic of Serbia

## CONFERENCE PROGRAM COMMITTEE

Miroslav Ćirić, FSM, Niš, Serbia  
Branko Dragović, IF, Belgrade, Serbia  
Miroljub Dugić, FSM, Kragujevac, Serbia  
Elsa Dupraz, TB, Brest, France  
Ivan Djordjević, UA, Tucson, USA  
Velimir Ilić, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Predrag Ivaniš, ETF, Belgrade, Serbia  
Venceslav Kafedžiski, FEEIT, Skopje, Macedonia  
Miodrag Mihaljević, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Marija Mitrović-Dankulov, IF, Belgrade, Serbia  
Zoran Ognjanović, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Milan Rajković, INSV, Belgrade, Serbia  
Miomir Stanković, FOS, Niš, Serbia  
Bosiljka Tadić, JSI, Ljubljana, Slovenia  
Branimir Todorović, FSM, Niš, Serbia  
Bane Vasić, UA, Tucson, USA  
Lazar Velimirović, MI SASA, Belgrade, Serbia

## CONFERENCE ORGANIZATION COMMITTEE

Miloš Djurić, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Velimir Ilić, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Dr. Miloš Milovanović, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Bojan Tomić, IMSI, Belgrade, Serbia  
Dr. Lazar Velimirović, MI SASA, Belgrade, Serbia

## THEMATIC FIELDS

Information theory  
Information transmission  
Complex networks  
Decision making in complex systems  
Stochastic processes  
Intelligent systems  
Bioinformatics  
Mathematical physics

<https://www.frontiersin.org>

## My Frontiers

[OVERVIEW \(/MY-FRONTIERS/OVERVIEW\)](/MY-FRONTIERS/OVERVIEW)[INVITE COLLEAGUES \(/MY-FRONTIERS/EDITOR-ROLE\)](/MY-FRONTIERS/EDITOR-ROLE)[MY RESEARCH TOPICS \(/MY-FRONTIERS/RESEARCH-TOPICS\)](/MY-FRONTIERS/RESEARCH-TOPICS)[MY SUBMISSIONS \(/MY-FRONTIERS/SUBMISSIONS\)](/MY-FRONTIERS/SUBMISSIONS)[MY EDITING ASSIGNMENTS \(/MY-FRONTIERS/EDITING-ASSIGNMENTS\)](/MY-FRONTIERS/EDITING-ASSIGNMENTS)[MY REVIEW ASSIGNMENTS \(/MY-FRONTIERS/REVIEW-ASSIGNMENTS\)](/MY-FRONTIERS/REVIEW-ASSIGNMENTS)[MY INBOX \(187\) \(/MY-FRONTIERS/INBOX\)](/MY-FRONTIERS/INBOX)[MY INVOICES !\[\]\(274fd520e03b61c1b9ffc861754cacdc\_img.jpg\) \(HTTPS://WWW.FRONTIERSIN.ORG/PROFILE/ACCOUNT/INVOICES.ASPX?ST=0\)](https://www.frontiersin.org/profile/account/invoices.aspx?st=0)

### My Review Assignments

[https://www.frontiersin.org/Design/pdf/RE\\_Guidelines.pdf](https://www.frontiersin.org/Design/pdf/RE_Guidelines.pdf)

**13** All    **0** Independent Review    **0** Interactive Review    **0** Review Finalized  
**0** Final Validation    **0** Accepted    **10** Published    **3** Rejected    **0** Deleted

Published  
Original Research

**An Adversarial Dynamic Game to Controlling Information Diffusion under Typical Strategies on Online Social Networks**  
<https://www.frontiersin.org/articles/934741>



Yifan Liu, (<https://loop.frontiersin.org/people/1670797/overview>)

[ABOUT\(HTTPS://WWW.FRONTIERSIN.ORG/ABOUT/ABOUT-FRONTIERS\)](https://www.frontiersin.org/about/about-frontiers)

[JOURNALS\(HT](#)

Ruinan Zeng, (<https://loop.frontiersin.org/people/1863873/overview>)

(<https://www.frontiersin.org>)

Lili Chen, (<https://loop.frontiersin.org/people/1697626/overview>)

Zhen Wang and (<https://loop.frontiersin.org/people/942114/overview>)

Liqin Hu (<https://loop.frontiersin.org/people/1866973/overview>)

#### Handling Editor:

Matjaž Perc (<https://loop.frontiersin.org/people/73038/overview>)



Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)

Social Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/1449>)

Received on  
03/05/2022

Published on  
31/08/2022

[Go to Review Forum \(https://review.frontiersin.org/review/934741/13/284636/#tab/History\)](https://review.frontiersin.org/review/934741/13/284636/#tab/History)

Published  
Original Research

### Investigating fake and reliable news sources using Complex Networks analysis (<https://www.frontiersin.org/articles/886544>)

Valeria Mazzeo and (<https://loop.frontiersin.org/people/1280484/overview>)

Andrea Rapisarda (<https://loop.frontiersin.org/people/601611/overview>)

#### Handling Editor:

Haroldo V. Ribeiro (<https://loop.frontiersin.org/people/72779/overview>)



Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)

Social Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/1449>)

Received on  
28/02/2022

Published on  
22/06/2022

[Go to Review Forum \(https://review.frontiersin.org/review/886544/13/284636/#tab/History\)](https://review.frontiersin.org/review/886544/13/284636/#tab/History)

Rejected  
Original Research





## The Detection and effect of social events on Wikipedia data-set for

ABOUT([HTTPS://WWW.FRONTIERSIN.ORG/ABOUT/ABOUT-FRONTIERS](https://www.frontiersin.org/about/about-frontiers))

JOURNALS(HT

### studying human preferences

(<https://www.frontiersin.org>)

Yérali Gandica and (<https://loop.frontiersin.org/people/1637413/overview>) Julien Assuied

Handling Editor:

Diego R Amancio (<https://loop.frontiersin.org/people/505655/overview>)



Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)

Social Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/1449>)

Received on  
17/01/2022

Rejected on  
27/06/2022

[Go to Review Forum \(https://review.frontiersin.org/review/856620/13/284636/#tab/History\)](https://review.frontiersin.org/review/856620/13/284636/#tab/History)

Published  
Original Research

## Exploring the Effect of Spreading Fake News Debunking Based on Social Relationship Networks (<https://www.frontiersin.org/articles/833385>)

Xin Wang, (<https://loop.frontiersin.org/people/1451827/overview>)

Fan Chao, (<https://loop.frontiersin.org/people/1445212/overview>) Ning Ma and

Guang Yu (<https://loop.frontiersin.org/people/1342184/overview>)

Handling Editor:

Matjaž Perc (<https://loop.frontiersin.org/people/73038/overview>)



Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)

Social Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/1449>)

Received on  
11/12/2021

Published on  
26/04/2022

[Go to Review Forum \(https://review.frontiersin.org/review/833385/13/284636/#tab/History\)](https://review.frontiersin.org/review/833385/13/284636/#tab/History)

Published  
Original Research



# Trend, Seasonal, and Irregular Variations in Regional Actual Evapotranspiration over China: A multi-dataset Analysis

ABOUT([HTTPS://WWW.FRONTIERSIN.ORG/ABOUT/ABOUT-FRONTIERS](https://www.frontiersin.org/about/about-frontiers))

JOURNALS(HT

(<https://www.frontiersin.org>)

(<https://www.frontiersin.org/articles/718771>)

Tao Su, (<https://loop.frontiersin.org/people/1255185/overview>) Taichen Feng,

Bicheng Huang, Zixuan Han,

Zhonghua Qian, (<https://loop.frontiersin.org/people/1797838/overview>)

Guolin Feng and (<https://loop.frontiersin.org/people/1255071/overview>) Wei Hou

## Handling Editor:

Yipeng Guo (<https://loop.frontiersin.org/people/1086682/overview>)



Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)

Interdisciplinary Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/639>)

Received on  
01/06/2021

Published on  
30/08/2021

Go to Review Forum (<https://review.frontiersin.org/review/718771/13/284636/#tab/History>)



Rejected

<https://www.frontiersin.org>

## The rise and fall of hubs in self-organized critical learning networks

Anjan Roy, (<https://loop.frontiersin.org/people/1021027/overview>)Serena Di Santo and (<https://loop.frontiersin.org/people/973169/overview>)

Matteo Marsili

### Handling Editor:

Subhrangshu Sekhar Manna (<https://loop.frontiersin.org/people/90165/overview>)

Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)  
Interdisciplinary Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/639>)

Received on  
07/07/2020

Rejected on  
29/09/2020

You were revoked from the review process.



Published

<https://www.frontiersin.org>

## Spreading of Failures in Small-World Networks: a Connectivity-Dependent Load Sharing Fibre Bundle Model (<https://www.frontiersin.org/articles/552550>)

Zbigniew Domanski (<https://loop.frontiersin.org/people/873958/overview>)

Handling Editor:

Ferenc Kun (<https://loop.frontiersin.org/people/76915/overview>)Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)  
Interdisciplinary Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/639>)Received on  
16/04/2020Published on  
13/10/2020

You were revoked from the review process.

Published

Original Research

## Automated discovery of local rules for desired collective-level behavior through reinforcement learning (<https://www.frontiersin.org/articles/513781>)

Gonzalo G. De Polavieja, (<https://loop.frontiersin.org/people/24161/overview>)Tiago Costa, (<https://loop.frontiersin.org/people/875592/overview>)Andres Laan and (<https://loop.frontiersin.org/people/479197/overview>)Francisco J H Heras (<https://loop.frontiersin.org/people/875588/overview>)

Handling Editor:

Raul Vicente (<https://loop.frontiersin.org/people/29341/overview>)Frontiers in Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616>)  
Interdisciplinary Physics (<https://www.frontiersin.org/journals/616/sections/639>)Received on  
21/11/2019Published on  
25/06/2020



Subject Thank you for your support with reviewing for Applied Sciences  
From Applied Sciences Editorial Office <applsci@mdpi.com>  
Sender <eileen.zang@mdpi.com>  
To Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
Reply-To <applsci@mdpi.com>  
Date 2022-09-28 11:45

---

Dear Dr. Mitrović Dankulov,

Thank you for your support with reviewing for Applied Sciences.

As a token of our appreciation for your efforts, we are pleased to offer you a publication voucher that is valid for 24 months, which will provide you a discount of [REDACTED]

The voucher may be used for publication in any of our journals with an APC and can be combined with IOAP discounts. However, please note that vouchers must be applied before a manuscript is accepted for publication. For more information on APCs, please visit <https://www.mdpi.com/about/apc>.

The following voucher code that can be entered at the submission stage is:

[REDACTED]

By creating an account at <https://susy.mdpi.com/>, you can track your vouchers and reviewing activity, and add keywords for your research so we can better match future manuscripts with your expertise.

Best regards,  
Applied Sciences Editorial Office

Subject Chaos: [REDACTED]  
From <cha-edoffice@aip.org>  
To <mitrovic@ipb.ac.rs>  
Date 2022-04-23 17:05



Dear Dr. Mitrovic Dankulov,

Thank you for your review of the manuscript referenced below, which we have safely received:

Title: [REDACTED]

A copy of this review is attached for your reference. If you uploaded your review - that exact file is attached.

If you would like to have a record of this review sent to your ORCID account, click on the link below:

<https://chaos.peerx-press.org/cgi-bin/main.plex?el=A6C2IPen1B6!DVA5Bq1B9ftdj2WWkL2CXn3un3C!r7fMJAY>

Sincerely,

Kristen Overstreet  
Peer Review Manager  
Chaos Editorial Office  
AIP Publishing  
1305 Walt Whitman Road  
Suite 110  
Melville, NY 11747-4300  
phone: +1-516-576-2372  
e-mail: cha-edoffice@aip.org



Subject [Entropy] Manuscript ID: [REDACTED] Review Received - Thanks  
From <entropy@mdpi.com>  
To Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
Cc Entropy Editorial Office <entropy@mdpi.com>, Zuzanna Bura <bura@mdpi.com>  
Reply-To Zuzanna Bura <bura@mdpi.com>, Entropy Editorial Office <entropy@mdpi.com>  
Date 2021-07-30 15:58

---

Dear Dr. Mitrović Dankulov,

A short note to thank you very much for your review of the following manuscript:

Manuscript ID: [REDACTED]

Title: [REDACTED]

To help us improve our services, we kindly ask you to fill in our online survey on the peer-review process at

<https://www.surveymonkey.com/r/reviewerfeedbackmdpi> \_ \_

We encourage you to register an account on our submission system and bind your ORCID account (<https://susy.mdpi.com/user/edit>). You are able to deposit the review activity to your ORCID account manually via the below link:

<https://susy.mdpi.com/user/reviewer/status/finished>

We also invite you to contribute to Encyclopedia (<https://encyclopedia.pub>), \_ \_ \_ \_ \_ a scholarly platform providing accurate information about the latest research results. You can adapt parts of your paper to provide valuable reference information for others in the field.

Kind regards,

Ms. Zuzanna Bura  
Assistant Editor  
E-Mail: [bura@mdpi.com](mailto:bura@mdpi.com)

--  
MDPI Branch Office, Cracow  
al. Jana Pawła II 43a, 31-864 Cracow, Poland  
Tel: +48 12 298 47 99

--



Subject [Mathematics] Manuscript ID: [REDACTED]  
Acknowledgement - Review Received

From <mathematics@mdpi.com>  
To Marija Mitrović Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
Cc Mathematics Editorial Office <mathematics@mdpi.com>, Manju Wang <manju.wang@mdpi.com>

Reply-To Manju Wang <manju.wang@mdpi.com>, Mathematics Editorial Office <mathematics@mdpi.com>

Date 2022-08-14 16:33

---

Dear Dr. Mitrović Dankulov,

A short note to thank you very much for your review of the following manuscript:

Manuscript ID: [REDACTED]

Title: [REDACTED]

Authors: [REDACTED]

If we decide to ask the authors for revisions, we will send you the revised version soon. To help us improve our services, we kindly ask you to fill in our online survey on the peer-review process at <https://www.surveymonkey.com/r/reviewerfeedbackmdpi>

We encourage you to register an account on our submission system and bind your ORCID account (<https://susy.mdpi.com/user/edit>). You are able to deposit the review activity to your ORCID account manually via the below link: <https://susy.mdpi.com/user/reviewer/status/finished>

We also invite you to contribute to Encyclopedia (<https://encyclopedia.pub>), a scholarly platform providing accurate information about the latest research results. You can adapt parts of your paper to provide valuable reference information for others in the field.

Kind regards,

-----  
Ms. Manju Wang  
Assistant Editor  
E-Mail: [manju.wang@mdpi.com](mailto:manju.wang@mdpi.com)

MDPI Branch Office, Beijing  
Mathematics Editorial Office  
E-mail: [mathematics@mdpi.com](mailto:mathematics@mdpi.com)  
<http://www.mdpi.com/journal/mathematics/>

Disclaimer: MDPI recognizes the importance of data privacy and protection. We treat personal data in line with the General Data Protection Regulation (GDPR) and with what the community expects of us. The information contained in this message is confidential and intended solely for the use of the individual or entity to whom it is addressed. If you have received this message in error, please notify me and delete this message from your system. You may not copy this message in its entirety or in part, or disclose its contents to anyone.

\*\*\* This is an automatically generated email \*\*\*



Subject Nature Human Behaviour: Receipt of review for NATHUMBEHAV-  
██████████  
From <humanbehaviour@nature.com>  
To <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
Date 2020-01-22 16:09



Dear Dr. Mitrovic,

This email is to acknowledge receipt of your review for the manuscript by Prof Centola and co-authors, entitled "Optimal Seeding Strategies for Behavior Change". Thank you for your help in this matter.

A copy of your review is appended below for your reference.

As a reminder, Nature Human Behaviour uses a transparent peer review system for new original research manuscripts submitted from 1st December 2019. If the manuscript is accepted, the authors may agree for the reviewer comments to the authors, the author rebuttal letters as well as the editorial decision letters to be published as a supplementary file associated with the manuscript. Any confidential comments between you and the editor will not be published. We do not support the mark up of the manuscript as a way of submitting reviewer comments due to the journal following transparent peer review. By submitting a reviewer report you agree to the publication of the comments made to the authors. Unless you sign the report with your name in those comments to the authors, we will respect and maintain your full anonymity. For more information, [please refer to our FAQ page](#).

As an appreciation for the time and expertise you offer to the peer-review process, NRG provides a summary of your refereeing activity for Nature journals. We hope you can use this record to demonstrate your contribution to the peer-review process and to the scientific community.

To view a comprehensive and accurate record of your refereeing activity, you must take a few easy steps and link your multiple journal accounts.

[Click here](#) to be directed to your login page.

In addition, NRG encourages all authors and reviewers to associate an Open Researcher and Contributor Identifier (ORCID) to their account. ORCID is a community-based initiative that provides an open, non-proprietary and transparent registry of unique identifiers to help disambiguate research contributions.

With kind regards,

Chloe Knight  
Editorial Assistant  
Nature Human Behaviour

\*\*\*\*\*



Subject Thank you for the review of [REDACTED]  
From PLOS ONE <em@editorialmanager.com>  
Sender <em.pone.0.738d5d.ffd13c2d@editorialmanager.com>  
To Marija Mitrovic <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
Reply-To PLOS ONE <plosone@plos.org>  
Date 2021-05-26 13:18

---

[REDACTED]

Dear Dr. Mitrovic,

Thank you for taking the time to review PLOS ONE manuscript [REDACTED]

To access a copy of your submitted comments please navigate to the 'Completed Assignments' folder of the Reviewer Main Menu in your Editorial Manager account. Once the editor has proceeded to make a decision you can expect to receive a notification.

Kind regards,  
PLOS ONE

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/pone/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

Subject Thank you for your report on [REDACTED]  
From <pre@aps.org>  
To <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>  
Date 2022-01-05 12:03



---

Here is a copy of your report which you recently submitted via our web server:

Please do not worry if the formatting looks awry; fixed width fonts are required.

Referee: 951772 Dr. Marija Mitrovic Dankulov  
Current Email: [marija.mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:marija.mitrovic@ipb.ac.rs)  
MsCode: [REDACTED]  
Date: 05Jan2022

Enough significant new physics? Yes  
Sound and not misleading? Yes  
Well organized, clear? No  
Subject matter appropriate? Yes  
Length appropriate? Yes

Quality of research: Good  
Quality of presentation: Average

Recommendation:

Revisions are necessary. Additional review is required. Return to me on resubmittal.

-----

Subject Scientific Reports: [REDACTED]  
[REDACTED]  
From Scientific Reports <srep@nature.com>  
To <mitrovic@ipb.ac.rs>  
Date 2021-09-15 14:34



- 
- Your review report for Scientific Reports.pdf (~107 KB)

Ref: [REDACTED]

Dear Dr Marija Mitrovic Dankulov,

Thank you for submitting your report to Scientific Reports. We greatly value the time and effort you put into reviewing the manuscript.

We've attached a copy of the report for your reference. You can also use this email to verify your review activity with third party websites, such as Publons.

If you have opted to have your name included [in our monthly list of reviewers](#) on the Scientific Reports website, we will add it in the first week of October.

We'll email you the decision on the manuscript as soon as it is made. Meanwhile, we hope that we can continue to benefit from your expertise in the future.

Kind regards,

Peer Review Advisors  
Scientific Reports



**Subject** Позивно писмо за предавање на СФКМ 2019  
**From** Zeljko Sljivancanin <zeljko@vinca.rs>  
**To** Ivana Vasic <ivana.vasic@ipb.ac.rs>, Milan Damnjanovic <yqoq@rcub.bg.ac.rs>, Nenad Lazarevic <nenad.lazarevic@ipb.ac.rs>, Zorica Konstantinovic <zorica.konstantinovic@ipb.ac.rs>, Aleksandar Matkovic <aleksandar.matkovic@ipb.ac.rs>, Ivanka Milosevic <ivag@rcub.bg.ac.rs>, Milica Milovanovic <milica.milovanovic@ipb.ac.rs>, Marija Mitrovic Dankulov <marija.mitrovic@ipb.ac.rs>, Velimir Radmilovic <vrradmilovic@lbl.gov>, Velimir Radmilovic <vrradmilovic@tmf.bg.ac.rs> [22 more...](#)  
**Сс** <sfkm@ipb.ac.rs>, <zeljko@vinca.rs>  
**Date** 2019-06-27 12:46

Поштована колегинице/колега,

задовољство ми је да Вас у име научног комитета позовем да одржите предавање по позиву и представите Ваше нове научне резултате на домаћој конференцији СФКМ 2019, која ће се одржати од 7. до 11. октобра 2019. године у Београду. Резултате можете представити Ви или неко од чланова Ваше истраживачке групе за кога сматрате да је суштински допринео њиховој реализацији.

Молим Вас да се до 15. јула региструјете и пошаљете апстракт Вашег предавања.

Више информација о конференцији можете наћи на интернет адреси <http://sfkm2019.ipb.ac.rs/>.

У име програмског и организационог комитета СФКМ 2019, срдечно Вас поздрављам.

Жељко Шљиванчанин,

копредседавајући СФКМ 2019

--

Dr. Željko Šljivančanin  
Vinča Institute of Nuclear Sciences (020)  
P.O.Box 522, 11001 Belgrade, Serbia

7-11th October 2019  
Belgrade, Serbia



<http://www.sfkm.ac.rs/>

# The 20th Symposium on Condensed Matter Physics

---

## BOOK OF ABSTRACTS

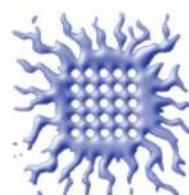
---



University of Belgrade,  
Faculty of Physics



Institute of Physics Belgrade



Vinca Institute  
of Nuclear Sciences



Serbian Academy  
of Sciences and Arts



Ministry of Education, Science and  
Technological Development,  
Republic of Serbia

## Conference Chair

Cedomir Petrovic, *Brookhaven National Laboratory, USA*

Željko Šljivančanin, *Vinča Institute of Nuclear Sciences Serbia*

## Organizing Committee

Jelena Pešić, *Institute of Physics Belgrade*

Andrijana Šolajić, *Institute of Physics Belgrade*

Petar Mali, *Faculty of Sciences, University of Novi Sad*

Jelena Pajović, *Faculty of Physics, University of Belgrade, Serbia*

Srđan Stavrčić, *Vinča Institute of Nuclear Sciences*

Svetislav Mijatović, *Faculty of Physics, University of Belgrade, Serbia*

Božidar Nikolić, *Faculty of Physics, University of Belgrade, Serbia – chair*

## Organized by

Institute of Physics Belgrade

Faculty of Physics, University of Belgrade

Vinča Institute of Nuclear Sciences

Serbian Academy of Sciences and Arts

## Program Committee

Ivan Božović, *Brookhaven National Laboratory, USA*

Vladimir Dobrosavljević, *Florida State University, USA*

Milan Damnjanović, *Faculty of Physics, University of Belgrade, Serbia*

Vladimir Djoković, *Vinča Institute, University of Belgrade, Serbia*

Gyula Eres, *Oak Ridge National Laboratory, USA*

Laszló Forró, *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland*

Radoš Gajić, *Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Serbia*

Igor Herbut, *Simon Fraser University, Canada*

Zoran Ikonić, *University of Leeds, UK*

Ivanka Milošević, *Faculty of Physics, University of Belgrade, Serbia*

Branislav Nikolić, *University of Delaware, USA*

Cedomir Petrovic, *Brookhaven National Laboratory, USA*

Dragana Popović, *National High Magnetic Field Laboratory USA*

Zoran S. Popović, *Vinča Institute, University of Belgrade, Serbia*

Zoran V. Popović, *Institute of Physics, University of Belgrade, Serbia*

Zoran Radović, *Faculty of Physics, University of Belgrade, Serbia*

Miljko Satarić, *Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia*

Vojislav Stamenković, *Argonne National Laboratory, USA*

Željko Šljivančanin, *Vinča Institute, University of Belgrade, Serbia*

Bosiljka Tadić, *Jožef Štefan Institute, Slovenia*

Milan Tadić, *School of Electrical Engineering, University of Belgrade, Serbia*

Darko Tanasković, *Institute of Physics, University of Belgrade, Serbia*

<i>I. Milošević, S. Dmitrović, T. Vuković And M. Damnjanović</i> <b>Symmetry Required Band Crossings In Low-Dimensional Systems .....</b>	<b>56</b>
<i>M. Milovanovic, J. Vucicevic And L. Antonic</i> <b>A Phase Diagram Of Fractional Quantum Hall Effect At Filling Factor 5/2 Without Disorder ..</b>	<b>57</b>
<i>M. An elkovi , S. Milovanovi , L. Covaci, and F. M. Peeters</i> <b>Double Moiré With A Twist: Super-Moiré In Encapsulated Graphene.....</b>	<b>58</b>
<i>P. Miranović, Z. Popović And R. Zikic</i> <b>Influence Of Andreev Reflection On Zero Bias Conductance In Dfd Junctions .....</b>	<b>59</b>
<i>Z. L. Miskovic</i> <b>Energy Losses And Transition Radiation Produced By The Interaction Of Fast Charged Particles With Two-Dimensional Materials.....</b>	<b>60</b>
<i>M. Mitrović Dankulov And B. Tadić</i> <b>Spectral Properties Of Hyperbolic Nano-Networks.....</b>	<b>61</b>
<i>M. Mladenović, F. Jahanbakhshi And U. Röthlisberger</i> <b>Ruddlesden-Popper Phases Of 2d Halide Perovskites .....</b>	<b>62</b>
<i>S. Nedić, R. Gajić, And M. Welland</i> <b>Zinc Oxide Nanowire Field Effect Transistors For Uv Photodetector And Non-Volatile Memory Applications .....</b>	<b>63</b>
<i>D. Nikolić, W. Belzig, B. Karimi And J. Pekola</i> <b>An Ultra-Sensitive Thermometer Based On Superconducting Heterostructures .....</b>	<b>64</b>
<i>J. Odavić, N. Helbig And V. Meden</i> <b>Friedel Oscillations Of One-Dimensional Correlated Fermions From Perturbation Theory And Density Functional Theory .....</b>	<b>65</b>
<i>F. Peeters, D. Moldovan, M. R. Masir, S. Milovanovic, M. Andjelkovic, E. Andrei</i> <b>Atomic Collapse And Flat Bands In Graphene .....</b>	<b>66</b>
<i>M. Peressi</i> <b>Graphene On Nickel Surfaces: Theory And Experiments .....</b>	<b>68</b>
<i>J. Pešić, A. Šolajić And R. Gajić</i> <b>Strain Effects On Vibrational Properties In Hexagonal 2d Materials From The First Principles - Doped Graphene And MgB<sub>2</sub>- Monolayer Study.....</b>	<b>69</b>
<i>C. Petrovic</i> <b>Defect-Induced Colossal Thermopower In FeSb<sub>2</sub>.....</b>	<b>70</b>
<i>M. D. Petrović, U. Bajpai, P. Plecháč, B. K. Nikolić</i> <b>Dynamics And Spin And Charge Pumping Of Noncollinear Magnetic Textures: A Multiscale Quantum-Mechanics/Classical-Micromagnetics Approach.....</b>	<b>71</b>
<i>Pirker L., Višić B., Škapin S. D., Remškar M.</i> <b>Synthesis And Characterization Of Mo<sub>1-x</sub>W<sub>x</sub>S<sub>2</sub> Nanotubes.....</b>	<b>72</b>
<i>I. Popov</i> <b>Multifunctional Nanodevice Eased On Ti<sub>2</sub>O.....</b>	<b>73</b>
<i>Z. Popović, S. Kuzmichev And T. Kuzmicheva</i> <b>Amplitudes Of Minima In Dynamic Conductance Spectra Of Sns Andreev Contact In The Framework Of Kgn Theory .....</b>	<b>74</b>
<i>V. R. Radmilović</i>	



# Spectral properties of hyperbolic nano-networks

Marija Mitrović Dankulov<sup>a</sup> and Bosiljka Tadić<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*Scientific Computing Laboratory, Center for the Study of Complex Systems, Institute of Physics  
Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia*

<sup>b</sup>*Department of Theoretical Physics, Jožef Stefan Institute, Jamova 39, Ljubljana, Slovenia*

## Abstract.

Cooperative self-assembly is a ubiquitous phenomenon found in various natural systems, including nanostructured materials. Knowledge about its origin and mechanisms can be used for designing nano-materials with new functional features. In these materials, nano-particles form networks with non-trivial topological properties [1]. Global, mesoscopic and local properties of complex networks are strongly correlated with spectral properties of Adjacency and Laplacian matrix of a given complex network [2]. We study topological and spectral properties of a large class of self-assembled structures or nano-networks consisting of monodisperse building blocks (cliques of size  $n = 3, 4, 5, 6$ ) which self-assemble via sharing the geometrical shapes of a lower order [3]. The topology of the network is tuned by varying the chemical potential  $v$  which determines the size of shared sub-structure between two cliques. While hyperbolicity of the networks does not depend on  $v$ , their spectral dimension  $d_s$  varies with clique size  $n$  and chemical potential. We find that spectral distribution of normalised Laplacian has a characteristic shape with peaks and a pronounced minimum which are related to the size of the network building blocks and self-assembly rules [4].

## REFERENCES

1. Orsini, C., et al., *Nat. Commun.* **6**, 8627 (2015)
2. Mitrović, M., and Tadić, B., *Phys. Rev. E* **80**, 026123 (2009).
3. Šuvakov, M., Andjelković, M., and Tadić, B., *Sci. Rep.* **8**, 1987 (2018).
4. Mitrović Dankulov, M., and Tadić, B., *Phys. Rev. E (in press)* (2019).



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА



## CERTIFICATE OF ATTENDANCE

This letter certifies that **Dr Marija Mitrović Dankulov** has participated in The 2<sup>nd</sup> Balkans - China Mini - Symposium on Natural Products and Drug Discovery held in Belgrade, Serbia, 11-13 April, 2019 as an **Invited Speaker** with lecture “Quantifying randomness in real interaction networks and examples in biology”.

We believe that your contribution to this Symposium has been of great benefit for the participants and that the knowledge you have shared will help in the development of this field of research. Looking forward to Your participation in our future events.

On behalf of Scientific Committee,

Sincerely,

Dr Marina Soković  
Principal Research Fellow  
President of the Scientific Committee

**BOOK OF ABSTRACTS**  
**THE 2<sup>ND</sup> BALKANS - CHINA**  
**MINI-SYMPOSIUM ON NATURAL**  
**PRODUCTS AND DRUG DISCOVERY**



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА



**11-13 April, 2019**  
**Belgrade, Serbia**

**Institute for Biological Research "Siniša Stanković",  
University of Belgrade, Belgrade, Serbia**

# **BOOK OF ABSTRACTS**

## **THE 2<sup>ND</sup> BALKANS - CHINA MINI-SYMPOSIUM ON NATURAL PRODUCTS AND DRUG DISCOVERY**



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА



**11-13 April, 2019  
Belgrade, Serbia**

CIP- Каталогизација у публикацији – Народна библиотека Србије

615.322.015.11(048)

**BALKANS-China Mini-symposium on Natural Products and Drug Discovery (2 ; 2019 ; Beograd)**

Book of abstracts / The 2nd Balkans-China Mini-symposium on Natural Products and Drug Discovery, 11-13 April, 2019 Belgrade, Serbia ; [organizer] Institute for Biological Research "Siniša Stanković", University of Belgrade ; [co-organizers Government of the Republic of Serbia [and] Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia [and] Shanghai Institute of Materia Medica (SIMM), Chinese Academy of Science (CAS), China] ; editor Marina Soković]. - Belgrade : Institute for Biological Research "Siniša Stanković", University of Belgrade, 2019 (Belgrade : Swa tim). - 59 str. ; 21 cm  
Tiraž 90. - Bibliografija uz pojedine apstrakte. - Registar.

ISBN 978-86-80335-10-0

а) Лековите биљке -- Дејство -- Апстракти

COBISS.SR-ID 275279628

ORGANIZER



Institute for Biological Research "Siniša Stanković",  
University of Belgrade, Belgrade, Serbia

CO ORGANIZERS



Government of the Republic of Serbia, under the  
auspices of Prime Minister Ana Brnabić



Ministry of Education, Science and Technological  
Development, Republic of Serbia



Shanghai Institute of Materia Medica (SIMM), Chinese  
Academy of Science (CAS), China

## CHAIR

**Dr Marina Soković**

Principal Research Fellow

Institute for Biological research "Siniša Stanković"

**Prof. dr Yang Ye**

Deputy Director-General

Shanghai Institute of Materia Medica (SIMM), Chinese Academy of Sciences (CAS), China

## HONORARY COMMITTEE

**Prof. dr Mladen Šarčević**

Minister of Education, Science and Technological Development

**Prof. dr Chunli Bai**

President of Chinese Academy of Sciences

**Prof. dr Vladimir Popović**

State Secretary, Ministry of Education, Science and Technological Development, Serbia

**Prof. dr Yongning Chen**

Honorary Adviser of SIMM branch Institute at Guangdong province

## SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. dr Yang Ye (Shanghai, China)

Dr Marina Soković (Belgrade, Serbia)

Prof. dr Viktor Nedović (Belgrade, Serbia)

Prof. dr Lijiang Xuan (Shanghai, China)

Dr Katarina Šavikin (Belgrade, Serbia)

Dr Jasmina Glamočlija (Belgrade, Serbia)

Dr Ana Ćirić (Belgrade, Serbia)

## ORGANIZING COMMITTEE

Dr Jovana Petrović (Belgrade, Serbia)

Dr Jelena Živković (Belgrade, Serbia)

MSc Marija Smiljković (Belgrade, Serbia)

MSc Marina Kostić (Belgrade, Serbia)

MSc Dejan Stojković (Belgrade, Serbia)

## Publisher

Institute for Biological Research "Siniša Stanković", University of Belgrade, Belgrade, Serbia

## Editor

Marina Soković

## Graphic design

Marija G. Gray

## Printed by

Swa tim, Belgrade

## Print run

90

## Year of publication

2019

## ISBN

978-86-80335-10-0

Section 4 Drug discovery

*Chairs:* Viktor Nedović & Jasmina Glamočlija

14:00 - 14:15	13-year-R&D and 13-year-postmarketing, a long and risky road to be a blockbuster in clinic <b>Lijiang XUAN</b> , China
14:15 - 14:30	C–H Activation: a Late Stage Functionalization Tool for Drug Discovery <b>Huixiong DAI</b> , China
14:30 - 14:45	Quantifying randomness in real interaction networks and examples in biology <b>Marija MITROVIĆ DANKULOV</b> , Serbia
14:45 - 15:00	High throughout antimycobacterial drug screening platform and study of mechanisms of action of antimycobacterial drugs <b>Tianyu ZHANG</b> , China
15:00 - 15:15	GPCR–targeted Drug Discovery <b>Xin XIE</b> , China
15:15 - 16:00	<i>Coffee break</i>
16:00 - 16:15	Bavachinin, a novel natural pan-PPAR agonist, exhibits unique synergism with synthetic PPAR- $\alpha$ -and - $\gamma$ activators <b>Yiming LI</b> , China
16:15 - 16:30	Discovery of hits/lead compounds based on natural product-like libraries generated from chromones <b>Chunhao YANG</b> , China
16:30 - 16:45	Spin textures in molecular magnets and designed polypeptides <b>Dimitrije STEPANENKO</b> , Serbia
16:45 - 17:00	Concluding remarks <b>Yang YE, Marina SOKOVIĆ</b>
18:00	<i>Closing ceremony</i> Gala dinner, Restaurant Vizantija

Saturday 13<sup>th</sup> April

10:00	<i>Excursion</i>	<i>Roman city and legionary fort Viminacium, Smederevo</i>
-------	------------------	--



## Quantifying randomness in real interaction networks and examples in biology

Marija Mitrović Dankulov

*Scientific Computing Laboratory, Center for the Study of Complex Systems, Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia*

Biological systems can be represented as a complex network, where network nodes represent units of the system, while links represent interactions between them. These networks are neither of regular or random structure, but rather an intricate combination of order and disorder. Scientists have developed large set of different topological measures for characterization and description of different structural properties of real networks. It turns out that these statistical measures are not independent, i.e., many properties appear as a statistical consequence of relatively small number of fixed topological properties in real network. We explore this dependence in two different biological networks, protein-protein interaction and brain network, using the method of dk-series. We find that many important local and global topological properties of protein-protein interaction network are closely reproduced by dk-random graphs whose degree distributions, degree correlations, and clustering are as in the corresponding real network, while this is only in part true for biological network. These differences are a consequence of different spacial constraints present during the evolution of these networks.

# BPU11 CONGRESS

## The Book of Abstracts



**Editors:**

Antun Balaž  
Goran Djordjević  
Jugoslav Karamarković  
Nenad Lazarević

Belgrade, 2022



# BPU11 CONGRESS

28 August 2022 - 1 September 2022

## Book of Abstracts

**Editors:** Antun Balaž, Goran Djordjević,  
Jugoslav Karamarković, Nenad Lazarević

Belgrade, 2022

**BPU11 CONGRESS**

*The 11th International Conference of the Balkan Physical Union*

**The Book of Abstracts**

**Editors:**

Antun Balaž, Goran Djordjević,  
Jugoslav Karamarković, Nenad Lazarević

Technical Editor: Milan Milošević

Cover Design: Elena Denda

Printed by: Planeta Print, Belgrade

ISBN: 978-86-7025-950-8

Print run: 350

D. Stathokostopoulos, E. Tarani, L. Malletzidou, I. Sfampa, F. Stergioudi, N. Michailidis, K. Chrissafis, G. Vourlias . . . . .	203
<b>S11-EPASE-212:</b> <i>Synthesis and Characterization of Mg<sub>2</sub>Si and Al doped Mg<sub>2</sub>Si formed by Pack Cementation process</i> D. Stathokostopoulos, D. Karfaridis, G. Vourlias, K. Chrissafis . . . . .	204
<b>S11-EPASE-213:</b> <i>Separation, characterization and identification of microplas- tics collected from the Axios river in Greece</i> E. Tarani, N. Ainali, D. Kalaronis, D. Lambropoulou, D. Bikiaris, G. Vourlias, K. Chrissafis . . . . .	205
<b>Physics of Socioeconomic Systems and Applied Physics - S12-PSSAP</b>	207
<b>S12-PSSAP-001:</b> <i>The role of self-organized criticality in social dynamics</i> B. Tadic . . . . .	208
<b>S12-PSSAP-100:</b> <i>Porous semiconductor compounds: characterization and ap- plications</i> M. Eduard . . . . .	209
<b>S12-PSSAP-101:</b> <i>Physical Parameters of Chocolate with the addition of Spir- ulina Platensis</i> G. Gavrailov, I. Pehlivanov, G. Gentscheva, K. Nikolova, I. Milkova-Tomova, D. Kovacheva, V. Andonova . . . . .	210
<b>S12-PSSAP-102:</b> <i>Structure of transmission paths induced by stratified sim- plicial communities embedded in complex networks</i> S. Maletić, M. Andjelković . . . . .	211
<b>S12-PSSAP-103:</b> <i>The role of trust in sustainability of knowledge-sharing so- cial groups: the case of Stack Exchange Q&amp;A communities</i> A. Vranić, A. Tomašević, A. Alorić, M. Mitrović Dankulov . . . . .	212
<b>S12-PSSAP-200:</b> <i>Competitive Influence Diffusion Through Social Networks</i> K. Nikaj, M. Ifti . . . . .	212
<b>S12-PSSAP-201:</b> <i>Direct Conversion Of Ionizing Radiation Into Electrical En- ergy Using PIN Diodes</i> S. Ilić, M. Andjelković, M. Carvajal, M. Sarajlić, S. Stanković, D. Vasiljević- Radović, G. Ristić . . . . .	213
<b>S12-PSSAP-202:</b> <i>Mechanical Analysis of Dollar Index Trend</i> D. Malivuk Gak, Z. Rajilic . . . . .	214

<b>S12-PSSAP-203:</b> <i>Universal patterns of social group growth: a statistical physics approach</i>	
A. Vranić, J. Smiljanić, M. Mitrović Dankulov . . . . .	215
<b>S12-PSSAP-204:</b> <i>The Effectiveness of Germicidal UV-C LED on Different Microorganism</i>	
A. Softic, D. Husejnagic . . . . .	216
<b>S12-PSSAP-205:</b> <i>Synthesis and characterization of titanium boride coatings fabricated by selective electron-beam surface alloying</i>	
F. Padikova, M. Ormanova, G. Kotlarski, D. Nedeva, S. Valkov . . . . .	217
<b>S12-PSSAP-206:</b> <i>Topology of evolving networks: the role of growth signals</i>	
A. Vranić, M. Mitrović Dankulov . . . . .	218
<b>Biophysics and Medical Physics - S13-BMP</b> . . . . .	219
<b>S13-BMP-001:</b> <i>Bioflexoelectricity: a Physical Motor of the Living Cell</i>	
A. Petrov . . . . .	220
<b>S13-BMP-100:</b> <i>Non-supervised algorithms for Raman spectral decomposition in the in-vitro study of oxide nanoparticles effects on human cells</i>	
M. Miletić, S. Aškračić . . . . .	220
<b>S13-BMP-101:</b> <i>An overview on medical imaging system in Albania during the COVID-19 pandemic</i>	
N. Hyka, D. Xhako, G. Halilaj . . . . .	221
<b>S13-BMP-102:</b> <i>Advantages of hadron therapy in the treatment of cancer compared to other radiotherapy modalities with the example of Montenegro</i>	
M. Kuzmanović, M. Šćepanović, S. Mijović . . . . .	222
<b>S13-BMP-103:</b> <i>LGAD enabling technology for 4D tracking and timing measurements in experiments with ions, accelerators and for medical applications</i>	
G. Lastovicka-Medin . . . . .	223
<b>S13-BMP-104:</b> <i>Self-Association of Antimicrobial Peptides in Mono- and Multicomponent Solutions: a Computational Study</i>	
E. Lilkova, P. Petkov, R. Marinova, L. Litov, N. Ilieva . . . . .	223
<b>S13-BMP-105:</b> <i>The SEEIIST project</i>	
L. Litov . . . . .	224
<b>S13-BMP-106:</b> <i>Comparison of Co-60 and Ir-192 in brachytherapy treatment</i>	

over higher-order structures, and its graph Laplacian captures connectivity. The similarity between the structure of clique simplicial communities and the induced  $k$ -carrying graph is considered by the mutual information [Cover, T.M., Thomas, J.A., Elements of Information Theory (Wiley ed. 1991)] of the obtained spectra of associated combinatorial Laplacians. As the case studies two real-world networks are considered, and the results reveal new insights into the organizational patterns embedded in networks, in particular the emergence of characteristic similarity  $k$ -dimension.

S12-PSSAP-103 / Oral presentation

## **The role of trust in sustainability of knowledge-sharing social groups: the case of Stack Exchange Q&A communities**

**Authors:** Ana Vranić<sup>1</sup>; Aleksandar Tomašević<sup>2</sup>; Aleksandra Alorić<sup>1</sup>; Marija Mitrović Dankulov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade*

<sup>2</sup> *Department of Sociology, Faculty of Philosophy, University of Novi Sad*

**Presenter:** A. Tomašević (atomashevic@ff.uns.ac.rs)

Knowledge-sharing communities are fundamental for the development and evolution of any knowledge-based society. Their emergence, function, and disappearance determine the course of evolution of a knowledge-based society. The sustainability of these groups is crucial for the success of the knowledge-transfer process in modern societies and the efficiency and success of this process. This work explores the role of the structure of social interactions and social trust in the emergence of sustainable knowledge-sharing communities. We combine tools and methods from complex networks theory, statistical physics, computer science, and sociology to explore roles mentioned in the sustainability of StackExchange communities on four different topics: astronomy, physics, economics, and literature. StackExchange is one of the most successful online knowledge-sharing networks that hosts more than 150 communities on various topics. To control the influence of the subject, we select a pair of active and one closed community for each topic and analyze and compare their early evolution. We adapt the dynamical reputation model to quantify the change in social trust in these communities. We analyze the evolution of the social interaction network and social trust between members during the first 180 days of their existence. Our results show that sustainable communities have higher local cohesiveness and develop stable, more strongly connected cores. The social trust between members is more heightened in sustainable communities. In these communities, the trust between core members develops early and remains high over time. This work shows that the emergence of a stable, trustworthy core may be determining factor in building a sustainable knowledge-sharing community.

## Mechanical Analysis of Dollar Index Trend

**Authors:** Dragana Malivuk Gak<sup>1</sup>; Zoran Rajilic<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics*

**Presenter:** D. Malivuk Gak (dragana.malivuk-gak@pmf.unibl.org)

In this paper is presented a mechanical analysis of dollar index trend, as one of the possibilities of a new review of data obtained on the stock market exchange. The close values of the dollar index on every first day of the month from January 1, 1971 to January 1, 2021 has been considered as coordinates of unit mass particle. Dollar index close values time series were transformed to the time dependent force parameters using Newton's second law. According to the force parameters values obtained after solving nonlinear differential equations, the behavior of the system can be roughly predicted.

### References:

1. J. P. Bouchaud and M. Potters, *Theory of Financial Risks: From Statistical Physics to risk management*, Cambridge University Press (2000)
2. Zoran Rajilic et al., *J. Phys.: Conf. Ser.* 1814 012004 (2021)

S12-PSSAP-203 / **Poster presentation**

## Universal patterns of social group growth: a statistical physics approach

**Authors:** Ana Vranić<sup>1</sup>; Jelena Smiljanić<sup>2</sup>; Marija Mitrović Dankulov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade*

<sup>2</sup> *Integrated Science Lab, Department of Physics, Umeå University*

**Presenter:** M. Mitrović Dankulov (marija.mitrovic@ipb.ac.rs)

A social group is a characteristic element of every social system on a mesoscopic level. The growth of social groups is indissolubly connected to the structure and dynamic of a social system. Social systems differ in their purpose and the type of communication and activity their members engage in. At first glance, one would expect that the growth of social groups in these different systems is driven by different mechanisms that result in different patterns. This work applies methods and tools from statistical physics and complex network theory to study group growth in different social systems: Meetup groups based in London and New York and Reddit. In Meetup groups, members interact predominantly face-to-face by engaging in various activities during offline events. Reddit members interact online only by posting different online content and commenting on this content. Using empirical analysis, we show that social group growth has similar growth patterns in both systems, which remain stable for more than one decade. The distribution of group



S12-PSSAP-206 / **Poster presentation**

## **Topology of evolving networks: the role of growth signals**

**Authors:** Ana Vranić<sup>1</sup>; Marija Mitrović Dankulov<sup>1</sup><sup>1</sup> *Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade***Presenter:** A. Vranić (anav@ipb.ac.rs)

Complex networks theory provides methods and tools for studying the structure and dynamics of various complex systems. Real complex networks, although representing very different complex systems, have some common properties. They have broad degree distribution, small average shortest path compared to their size, high clustering, and degree-degree correlations. Knowledge about how these properties emerge in complex networks and the fundamental mechanisms is imperative if we want to understand complex systems' dynamics and function. Complex network models represent a unique tool for uncovering essential factors that govern the emergence of complex network properties. We have detailed knowledge on how different linking rules shape network topology. However, we are still lack comprising understanding of the role of the growth signal.

In this work, we study how the growth signal's properties that describe the addition of new nodes in the evolving network influence its structure. In complex network models, we typically add one or a constant number of nodes each time step. However, real complex systems' growth is usually not linear, and signals have long-range correlations, trends, and cycles. We modify the model of aging nodes to enable non-linear growth of the network. We use two growth signals from real systems from MySpace data and TECH Meetup community that are multifractal signals with long-range temporal correlations quantified with Hurst exponent and three random signals with short-range correlations and no cycles or trends.

We use D-measure to quantify the difference between the structure of networks generated with time-varying growth signal and ones with constant growth. This work shows that networks obtained with time-varying growth signals have a different structure than ones grown with linear growth. The D-measure has the highest value for the networks with power-law degree distributions, and the networks grown with multifractal signals with long-range correlations. Our further analysis shows that these networks are correlated and clustered. Our results confirm that the growth signal properties determine the structure of the obtained networks and should be considered prominently in models of social systems.



# BPU11 CONGRESS

## (<https://bpu11.info/>)

11th International Conference of the Balkan Physical Union  
**28 August – 1 September 2022**, Belgrade, Serbia

Menu



(<https://balkanphysicalunion.info/>)

### International Scientific Committee

#### 1. Nuclear Physics and Nuclear Energy

- Daniel Andreica (Cluj-Napoca, Romania)
- Burcu Cakirli Mutlu (Istanbul, Turkey)
- Igor Čeliković (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dimitrije Maletić (Belgrade, Serbia), secretary
- Georgi Raynovski (Sofia, Bulgaria)
- Svetislav Savović (Kragujevac, Serbia)
- Erjon Spahiu (Tirana, Albania)

#### 2. Astronomy and Astrophysics

- Vesna Borka (Belgrade, Serbia)
- Gojko Đurašević (Belgrade, Serbia)
- Mimoza Hafizi (Tirana, Albania)
- Gordana Jovanović (Podgorica, Montenegro)
- Milan Milošević (Niš, Serbia)
- Jelena Petrović (Belgrade, Serbia)
- Marius Piso (Bucharest, Romania)
- Luka Popović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Evgeni Semkov (Sofia, Bulgaria)
- Saša Simić (Kragujevac, Serbia)
- Nikolaos Spyrou (Thessaloniki, Greece)
- Vladimir Srećković (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dejan Urošević (Belgrade, Serbia)

#### 3. Gravitation and Cosmology

- Duško Borka (Belgrade, Serbia)
- Dragoljub Dimitrijević (Niš, Serbia), secretary
- Mimoza Hafizi (Tirana, Albania)
- Predrag Jovanović (Belgrade, Serbia)
- Kostas Kleidis (Thessaloniki, Greece)
- Voja Radovanović (Belgrade, Serbia)
- Zoran Rakić (Belgrade, Serbia)
- Marko Vojinović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dumitru Vulcanov (Timisoara, Romania)
- Stoycho Yazadzhiev (Sofia, Bulgaria)

#### 4. Atomic and Molecular Physics

- Tasko Grozdanov (Belgrade, Serbia)
- Lucian Ion (Bucharest, Romania)
- Slavoljub Mijović (Podgorica, Montenegro)
- Nenad Milojević (Niš, Serbia), secretary
- Asen Pashov (Sofia, Bulgaria)
- Violeta Petrović (Kragujevac, Serbia), coordinator
- Igor Savić (Novi Sad, Serbia), coordinator
- Nenad Simonović (Belgrade, Serbia)

#### 5. High Energy Physics (Particles and Fields)

- Tatjana Agatonović Jovin (Belgrade, Serbia)
- Calin Alexa (Bucharest, Romania)
- Biljana Antunović (Banja Luka, Bosnia and Herzegovina)
- Ion Cotaescu (Timisoara, Romania)
- Dragoljub Dimitrijević (Niš, Serbia), secretary
- Magdalena Đorđević (Belgrade, Serbia)
- Miloš Đorđević (Belgrade, Serbia)
- Plamen Iaydjiev (Sofia, Bulgaria)
- Predrag Milenović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Rudina Osmanaj (Tirana, Albania)
- Fotios Ptochos (Nicosia, Cyprus)

- Voja Radovanović (Belgrade, Serbia)
- Nataša Raičević (Podgorica, Montenegro)
- Ömer Yavas (Ankara, Turkey)
- Lidija Živković (Belgrade, Serbia), coordinator

#### 6. Condensed Matter Physics and Statistical Physics

- Miroslav Abrashev (Sofia, Bulgaria)
- Antun Balaž (Belgrade, Serbia)
- Jelena Belošević-Čavor (Belgrade, Serbia), coordinator
- Željka Cvejić (Novi Sad, Serbia), coordinator
- Zorana Dohčević-Mitrović (Belgrade, Serbia)
- Sinasi Ellialtioglu (Ankara, Turkey)
- Cristian Enachescu (Iasi, Romania)
- Oguz Gulsiren (Ankara, Turkey)
- Sanja Janičević (Kragujevac, Serbia)
- Nataša Jović Orsini (Belgrade, Serbia)
- Nenad Lazarević (Belgrade, Serbia)
- Panos Patsalas (Thessaloniki, Greece)
- Dušan Popović (Belgrade, Serbia)
- Vadim Sirkeli (Chişinău, Moldova)
- Nicolaos Toumbas (Nicosia, Cyprus)
- Daniel Vizman (Timisoara, Romania)
- George Vourlias (Thessaloniki, Greece)
- Nenad Vukmirović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Tatjana Vuković (Belgrade, Serbia)

#### 7. Optics and Photonics

- Petar Atanasov (Sofia, Bulgaria)
- Tudor Braniste (Chişinău, Moldova)
- Maria Dinescu (Bucharest, Romania)
- Nikola Filipović (Niš, Serbia)
- Milan Kovačević (Kragujevac, Serbia)
- Ana Mančić (Niš, Serbia)
- Peđa Mihailović (Belgrade, Serbia), secretary
- Stanko Nikolić (Belgrade, Serbia)
- Vladan Pavlović (Niš, Serbia)
- Marica Popović (Belgrade, Serbia)
- Svetislav Savović (Kragujevac, Serbia)
- Milutin Stepić (Belgrade, Serbia), coordinator
- Rodica Vladioiu (Constanta, Romania)

#### 8. Plasma and Gas-Discharge Physics

- Gheorghe Dinescu (Bucharest, Romania)
- Saša Dujko (Belgrade, Serbia), coordinator
- Saša Gocić (Niš, Serbia)
- Zhivko Kisosovski (Sofia, Bulgaria)
- Milan Kovačević (Kragujevac, Serbia)
- Bratislav Obradović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Mara Šćepanović (Podgorica, Montenegro)

#### 9. Theoretical, Mathematical and Computational Physics

- Metin Arık (Istanbul, Turkey)
- Miroljub Dugić (Kragujevac, Serbia)
- Igor Franović (Belgrade, Serbia), coordinator
- Borislav Gajić (Belgrade, Serbia), secretary
- Aurelian Isar (Bucharest, Romania)
- Milan Milošević (Niš, Serbia)
- Klaudio Peqini (Tirana, Albania)
- Slobodan Radošević (Novi Sad, Serbia)
- Radoslav Rashkov (Sofia, Bulgaria)
- Neli Stoilova (Sofia, Bulgaria)

#### 10. Meteorology and Geophysics

- Ekaterina Bachvarova (Sofia, Bulgaria)
- Vladimir Đurđević (Belgrade, Serbia), coordinator
- Kostadin Ganev (Sofia, Bulgaria)
- Slobodan Ničković (Belgrade, Serbia), secretary
- Klaudio Peqini (Tirana, Albania)
- Tanja Porja (Tirana, Albania)
- Sabina Stefan (Bucharest, Romania)

#### 11. Environmental Physics – Alternative Sources of Energy

- Balis Dimitrios (Thessaloniki, Greece)
- Valentin Ivanovski (Belgrade, Serbia)
- Zoran Mijić (Belgrade, Serbia), coordinator
- Ioan Stamatiu (Bucharest, Romania)
- Ana Umičević (Belgrade, Serbia), secretary
- Petko Vitanov (Sofia, Bulgaria)
- Gerti Xhixha (Tirana, Albania)

**12. Physics of Socioeconomic Systems and Applied Physics**

- Olta Çakaj (Tirana, Albania)
- Dragana Krstić (Kragujevac, Serbia)
- Mihail Lungu (Timisoara, Romania)
- Vladimir Marković (Kragujevac, Serbia), secretary
- Marija Mitrović Dankulov (Belgrade, Serbia), coordinator
- Petar Petrov (Sofia, Bulgaria)
- Dode Prenga (Tirana, Albania)
- Stavros Stavriniades (Thessaloniki, Greece)

**13. Biophysics and Medical Physics**

- Aleksandar Krmpot (Belgrade, Serbia), coordinator
- Dragana Krstić (Kragujevac, Serbia), secretary
- Mihai Radu (Bucharest, Romania)
- Miloš Včić (Belgrade, Serbia)
- Victoria Vitkova (Sofia, Bulgaria)
- Gerti Xhixha (Tirana, Albania)
- Emil Xhuvani (Tirana, Albania)

**14. Physics Education, History and Philosophy of Physics**

- Dejan Đokić (Belgrade, Serbia), secretary
- Maya Gaydarova (Sofia, Bulgaria)
- Ivan Lalov (Sofia, Bulgaria)
- Dragana Malivuk Gak (Banja Luka, Bosnia and Herzegovina)
- Silvana Mico (Tirana, Albania)
- Violeta Petrović (Kragujevac, Serbia), coordinator
- Sebastian Popescu (Iasi, Romania)
- Stavros Stavriniades (Thessaloniki, Greece)
- Maja Stojanović (Novi Sad, Serbia)
- Mira Vučeljić (Podgorica, Montenegro)
- Andrijana Žekić (Belgrade, Serbia)

**15. Metrology and Instrumentation**

- Luljeta Gjeçi (Tirana, Albania)
- Aleksandar Kandić (Belgrade, Serbia)
- Marina Lekić (Belgrade, Serbia), coordinator
- Aurelian Luca (Bucharest, Romania)
- Ivan Stefanov (Sofia, Bulgaria)
- Stevan Stojadinović (Belgrade, Serbia), secretary

Members of ISC (alphabetical order) (<https://bpu11.info/committees/international-scientific-committee/isc-alphabetical/>)

**Sponsors & partners**

(<https://www.eps.org/>)

(<https://home.cern/>)



(<https://www.ictp.it/>)



(<http://apv.visokoobrazovanje.vojvodina.gov.rs/>)



(<https://www.cei.int/>)



(<https://mpn.gov.rs/>)



(<https://www.epj.org>)

[/about-epj](#)

Proudly powered by WordPress (<https://wordpress.org/>)

**NETWORKS**

**2021**

A JOINT SUNBELT AND  
NETSCI CONFERENCE

# PROGRAM

MAIN CONFERENCE, JULY 5 – JULY 10

Networks 2021: A Joint Sunbelt and NetSci Conference is the first joint meeting of the International Network for Social Network Analysis (INSNA) and the Network Science Society (NSS). It is a virtual conference, with two weeks of pre conference activities (June 21, 2021–July 2, 2021) and a six day main conference (July 5–10, 2021). It was initially scheduled to be an in-person conference, but international travel restrictions due to COVID-19 made this impossible.

## Chairs

**Conference Co-Chairs:** Bernice Pescosolido & Santo Fortunato, Indiana University Network Science Institute

**Program Co-Chairs:** INSNA President Laura Koehly (National Institutes of Health Intramural Research Program) & NSS President Yamir Moreno (University of Zaragoza & ISI Foundation)

**General Organizer:** Ann McCranie, Indiana University Network Science Institute

## Steering Committee

Representing the International Network for Social Network Analysis

- Ulrik Brandes, ETH Zürich
- Kayla de la Haye, University of Southern California
- David Lazer, Northeastern University

Representing the Network Science Society

- Vittoria Colizza, Inserm
- Raissa D'Souza, University of California, Davis
- Yamir Moreno, University of Zaragoza, ISI Foundation

## Hosting Committee

- Noshir Contractor, Science of Networks in Communities (SONIC) Research Group at Northwestern University (previously on INSNA and NSS boards)
- Kate Coronges, Network Science Institute at Northeastern Univer-

sity

- Santo Fortunato, Indiana University Network Science Institute
- Ann McCranie, Indiana University Network Science Institute (On NSS board)
- Bernice Pescosolido, Indiana University Network Science Institute (On INSNA board)
- Alessandro Vespignani, Network Science Institute at Northeastern University (previously on NSS board)

## Senior Program Committee

NSS: Peter Mucha, Tina Eliassi-Rad, Adilson Motter, Brooke Foucault-Welles, Dashun Wang, Juniper Lovato.

INSNA: Kayla de la Haye, Betina Hollstein, Martin Everett, Birgit Pauksztat, Johan Koskinen, Dean Lusher

## Poster Chairs

Juniper Lovato (University of Vermont) and Ann McCranie (Indiana University Network Science Society)

## Review Committee

Cuneyt Akcora, Spyros Angelopoulos, Samin Aref, Roy Barnes, Nikita Basov, Federico Bianchi, Julie Birkholz, Tom Brughmans, Aline Deicke, Andreas Flache, Bas Hofstra, John Hott, Rushed Kanawati, Frederick Kin Hing Phoa, Mikko Kivelä, Laura Koehly, Gizem Korkmaz, Giuseppe Labianca, Alina Lungeanu, Matteo Magnani, Theresa Manderscheid, Ann McCranie, Yamir Moreno, Joshua Murray, Zachary Neal, Jennifer Watling Neal, Adina Nerghes, Nynke Niezink, Francesca Odella, Mohamed Oubenal, Luca Rossi, Camille Roth, Johanne Saint-Charles, Joseph Shaheen, Andreia Sofia Teixeira, Martin Stark, Christian Steglich, Károly Takács, Raffaele Vacca, Ingeborg van Vugt, Jennifer Watling Neal, Sophie Y Wang, Yoosik Youm, David Zbiral

# Awards Committee

jimi adams, Kate Albrecht, Mohammed Aleinzi, Deniza Alieva, Michal Bojanowski, Piotr Bródka, Monica Capra, Sukankana Chakraborty, Hocine Cherifi, Lisette Espin-Noboa, Alejandro Espinosa-Rada, Nan Feng, Éverton Fernandes da Cunha, Michael Genkin, Hasan Guclu, Furkan Gürsoy, Yessica Herrera, Tsz Ho Kwan, Pooja Ichplani, Paul Jerchel, Jonas L. Juul, Kaveh Kadkhoda Mohammadmosaferi, Julia Kampani, Charles Kirschbaum, Sara Ann Knutson, Manika Lamba, Thien Le, Yao-Tai Li, Sergi Lozano, Matteo Magnani, Chitaranjan Mahapatra, Kaitlin Mallouk, Elizabeth McGhee Hassrick, Alejandra Medina, Chandrakala Meena, Dina Mistry, Marija Mitrovic Dankulov, Ashleigh Myall, Praneet Nandan, Mirza Nayeem Ahmed, Zhengqi Pan, Srishti Patil, Harun Pirim, Debashmita Poddar, Giuliano Punzo, Stephany Rajeh, Xiao-Long Ren, Laura Roldan-Gomez, Jose Sanchez, Gaudys Sanclemente, Joseph Shaheen, Asaf Shapira, Christy Smith, Martin Smyth, Philip Solimine, Benjamin Sugar, Anshuman Swain, Christian Thurn, Shubham Tiwari, Shubham Tiwari, Aleksandar Tomašević, Gil Viry, Lin Wang, Lin Wang, Lotte Weedage, Hongjin Wu, Shuqi Xu, Ewa Zegler-Poleska, Fanqi Zeng, Yuji Zhang

## Organizers from Indiana University Network Science Institute

Sarah Beverton, Lourdes Gonzalez, Tara Holbrook, Matthew Hutchinson, Alice Patania, Chathuri Peli Kankanamalage, James McCombs, John Metzcar, Valentin Pentchev, Erin Pullen, Ben Serrette, Filipi Nascimento Silva, Maksymilian Szostalo, and Caitlin Watkins.

## Special Thanks to IU Conferences Staff

Kurt Dunbar, Kelsey Daniel, Amanda Gilliland, Melissa Kocias, Cameron Chamber, and Jose Celis-Schmidt

## Graphic Design Elements

Nicole Samay, Network Science Institute, Northeastern University



mera states or oscillations death. We show that such behaviors are ubiquitous in real-world networks and, therefore, universal, which makes our results interesting for future potential applications.

---

*12:15 PM – 12:30 PM*

Speaker: Marija Mitrović Dankulov; Authors: Ana Vranić; Marija Mitrović Dankulov

Talk: 10429. Growth signals shape the topology of evolving networks [[Whova Link: S51](#)]

Description: Complex networks theory provides an indispensable theoretical framework for studying the structure and function of real social systems. Analysis of empirical data uncovers the connectivity patterns characteristic for social systems. Knowledge about how these patterns emerge in social system is necessary to understand its dynamics and structure. Complex network models are important tool for finding the rules that govern social system's evolution. The correct choice of model details is essential for obtaining relevant insights. In this work we study how the structure of complex networks depends on the properties of growth signal. For this purpose we adapt model of aging nodes to allow time varying growth of nodes in the network. We use two growth signals obtained from MySpace data and TECH Meetup community that are multifractal signals with long-range temporal correlations. In order to estimate the effects of signal's multifractality and logn-range correlations on network structure, we create use three additional random signals: randomized TECH and MySpace signals and computer generated Poisson signal. Randomized TECH signal remains multifractal with lower values of Hurst exponent, while MySpace and Poisson signal are monofractal signals with short-range correlations. We compare the structure of networks grown with these signals and ones grown with linear growth using D-measure. Figure 1 shows that structure of networks which are obtained with time-varying growth signals have different structure than ones grown with linear growth. The difference is the most striking for the networks with power-law degree distributions, and for the networks grown with multifractal signals with long-range correlations. Our further analysis shows that these networks are correlated and clustered, while networks obtained with a constant growth signal are not. Our results show that the properties of the growth signal shape the topology of the obtained networks and thus ought to be considered prominently in models of social systems.

---

*12:30 PM – 12:45 PM*

Speaker: Joseph O'Brien; Authors: Joseph O'Brien; Kleber Oliveira; James Gleeson; Malbor Asllani



COMPLEX  
NETWORKS

# COMPLEX NETWORKS 2021

THE 10<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON COMPLEX NETWORKS  
AND THEIR APPLICATIONS

November 30 - December 02 , 2021  
Madrid, Spain

**BOOK OF ABSTRACTS**

## COMPLEX NETWORKS 2020

The 10th International Conference on Complex Networks & Their Applications

November 30 -December 2, 2021 Madrid, Spain - Online

Published by the International Conference on Complex Networks & Their Applications

### Editors

Rosa María Benito

*Universidad Politécnica de Madrid, Spain*

Hocine Cherifi

*University of Burgundy, France*

Chantal Cherifi

*University of Lyon, France*

Esteban Moro

*Universidad Carlos III, Spain*

Luis Mateus Rocha

*Indiana University, USA*

Marta Sales-Pardo

*Universitat Rovira i Virgili, Spain*

COMPLEX NETWORKS 2020

e-mail: [hocine.cherifi@u-bourgogne.fr](mailto:hocine.cherifi@u-bourgogne.fr)

### Copyright Notice COMPLEX NETWORKS 2021 and the Authors

This publication contributes to the Open Access movement by offering free access to its articles and permitting any users to read, download, distribute, print, search, or link to the full texts of these articles, crawl them for indexing, pass them as data to software. The copyright is shared by authors and the 10th International Conference on Complex Networks & Their Applications (COMPLEX NETWORKS 2021) to control over the integrity of their work and the right to be properly acknowledged and cited.

To view a copy of this license, visit <http://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use. While the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication, neither the authors nor the editors nor the publisher can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made. The publisher makes no warranty, express or implied, with respect to the material contained her.

ISBN: 978-2-9557050-5-6

---

**XV Networks in Finance & Economics**


---

Networks resilience under shocks propagation conditions . . . . .	404
<i>Roy Cerqueti, Matteo Cinelli, Giovanna Ferraro and Antonio Iovanella</i>	
Reconstructing production networks using machine learning . . . . .	407
<i>Luca Mungo, François Lafond and J. Doyne Farmer</i>	
Reinforcement Learning for credit strategies in the interbank network . . . .	410
<i>Alessio Brini, Gabriele Tedeschi and Daniele Tantari</i>	
Uncovering the Structure of Influence in Global Ownership Network . . . . .	413
<i>Takayuki Mizuno, Shohei Doi and Shuhei Kurizaki</i>	
Supply Chain Complexity of US Cities . . . . .	416
<i>Nazli Barcin Dogan and Alfonso Mejia</i>	
The necessity of firm-level modelling of shock spreading in supply chain networks . . . . .	420
<i>Christian Diem, András Borsos, Tobias Reisch, Janos Kertesz and Stefan Thurner</i>	
Digital complexity of occupations - developing an indicator based on workplace skills . . . . .	423
<i>Laura Zilian</i>	
Inferring supply networks from mobile phone data to estimate economic systemic risk . . . . .	427
<i>Tobias Reisch, Georg Heiler, Christian Diem and Stefan Thurner</i>	
Evolution of cohesion between USA financial sector companies: complex networks approach . . . . .	430
<i>Vojin Stevic, Marija Rasajski and Marija Mitrovic Dankulov</i>	
Quantifying firm-level economic systemic risk from nation-wide supply networks . . . . .	433
<i>Andras Borsos, Christian Diem, Tobias Reisch, Janos Kertesz and Stefan Thurner</i>	
Cryptoasset Networks: Flows and Regular Players in Bitcoin and XRP . .	437
<i>Hideaki Aoyama, Yoshi Fujiwara, Yoshimasa Hidaka and Yuichi Ikeda</i>	
Ethnic Network in the U.S. International Trade . . . . .	440
<i>Joomi Jun and Takayuki Mizuno</i>	
Shaping and Predicting the Urban Labor Markets . . . . .	443
<i>Xiangnan Feng, Manuel Cebrian and Alex Rutherford</i>	

# Evolution of cohesion between USA financial sector companies: complex networks approach

Vojin Stević<sup>1</sup>, Marija Rašajski<sup>1</sup> and Marija Mitrović Dankulov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> School of Electrical Engineering, University of Belgrade, Bulevar Kralja Aleksandra 73, 11120 Belgrade, Serbia

<sup>2</sup> Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia, vojcin.stevic@gmail.com

## 1 Introduction

The economic systems are at the center of every society. A healthy economic system is inextricably linked to a prosperous society; crises in the economic system influence every aspect of individual and society development. Understand the economic system's functioning and behavior during prosperous and crisis times is therefore of great importance. Different approaches have been applied towards that end including economic [1] and quantitative approaches [2], [3].

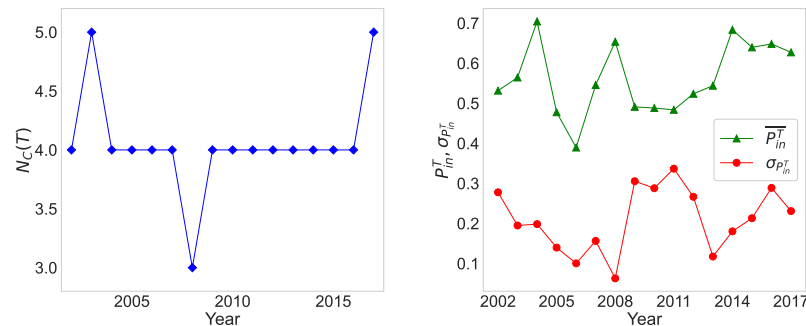
The economic system consists of a large number of different interacting entities whose collective behavior cannot be inferred from individual units' behavior [4]. Economic systems belong to a broad class of systems, commonly known as complex systems. The dynamics, behavior, and function of complex systems are heavily influenced by the structure of interactions between entities [5], [6]. A quantitative description of the evolution of the interactions between entities is necessary for understanding the dynamics and function of complex systems. Complex networks theory provides tools for inference of a structure of a wide range of systems [6]. However, inference of relations between units of economic systems is not an easy task. The construction of economic networks is mainly achieved by mapping the flow of funds between companies [7] or transforming time series into correlation matrix [4]. The former network requires more time-consuming data collection, while the advantage of obtaining a network from time-series is in its simplicity and availability of the data. The appropriate method for efficiently extracting information from time series is essential since it provides insights into the system's structure at a relatively low data collection cost.

Here we propose an approach for obtaining the network from time series of prices, which provides insight into the system's structure. Our motivation is to get an optimal network containing as much information as possible from time series and as few edges allowing efficient analysis. We use a time series of prices of companies and apply detrending on those series. We obtain a network from a correlation matrix of detrended time series by setting up a threshold value and discarding the values of correlation coefficients below the threshold value. We use the Lovain method to determine the network's community structure. We analyze the cohesion of the economic network by measuring the average connectivity between and within the communities.

## 2 Results

We apply our method to analyze the network of mutual influences between companies in the USA's financial sector and study its evolution. We have obtained the data from the publicly available Finance Yahoo database. For each company, we collected the information about the adjusted closing price at the end of each trading day from 2002 until 2017. The number of companies varies between 518 in 2002 and 888 in 2017. Each time series is divided into intervals equal to the one-year length, i.e., 252 trading days. We detrend each segment separately and calculate the correlation matrix  $\{\hat{\rho}_{i,j}\}$  between the companies for each year  $T \in \{2002, \dots, 2017\}$ . We detrend the time series for the interval  $l = 21$  trading days, which equals one average trading month. We then map the correlation matrix to the adjacency matrix using the optimal threshold method and obtain an undirected weighted network for each year. The optimal threshold is determined by comparing spectra of the correlation matrix and undirected network obtain by applying a threshold. We perform community structure analysis using Louvain [8] method and calculate the average relative connectivity within communities  $\overline{P}_{in}^T$  and its standard deviation  $\sigma_{P_{in}^T}$  for each network. The relative connectivity of community  $i$  is calculated as  $P_{in}^{CM_i} = \frac{L_{in}^{CM_i}}{L_{Total}^{CM_i}}$ , where  $L_{in}^{CM_i}$  is weighted sum of edges inside community  $CM_i$ ,  $L_{Total}^{CM_i}$  is total weighted sum of edges of community  $CM_i$ . A higher value of  $P_{in}^{CM_i}$  indicates stronger connections of nodes belonging to community  $i$  with the rest of the nodes in that community. The average relative connectivity within communities  $\overline{P}_{in}^T$  is obtained by averaging  $P_{in}^{CM_i}$  overall communities.

Our results show that the number of communities in the network remains stable over the considered period, see 1 (left). Closer inspection of each community reveals that they mainly consist of companies belonging to a specific sector, for instance, asset management, real estate investment trusts (REITs), banks, or municipal funds. While the number of communities is stable over time, we see that average connectivity within the communities changes significantly over time, see Fig.1 (right). We see that before and after the crisis year 2008, the strength of connections of nodes in the community equals the strength of their connections with the rest of the network, on average. The  $\overline{P}_{in}^T$  has the lowest value in 2006. The year 2006 was preceded by a period of strong deregulation, i.e., removal and relaxing restrictions of a company's behavior by the government. The regulation is the opposite. This indicates that there is higher cohesion within the whole network during these years. The average connectivity peaks during 2004, 2008, and 2014, indicating higher cohesion within communities and better differentiation. High and consistent inter-community connectivity in 2006 shows that companies in different sectors were susceptible to the same factor. This factor was real estate lending, which pulled in the majority of the financial industry. A large part of the financial sector was directly or indirectly involved in real estate lending, leading to higher cohesion of the whole network. A crisis is followed by a recession and intense regulation period, from 2009 and ended in 2014. Our results indicate that  $\overline{P}_{in}^T$  has lower values for the same period, while higher for the period from 2014-2017, but not as low as 2006. This period is also characterized by a higher standard deviation of  $\overline{P}_{in}^T$ , indicating higher differences between sectors.



**Fig. 1.** (left) The number of communities,  $N_C(T)$ , from 2002 to 2017. (right) The evolution of the average connectivity within communities  $\overline{P}_{in}^T$  and its standard deviation  $\sigma_{P_{in}^T}$  from 2002 to 2017.

### 3 Summary

This work presents the approach for inference of economic systems' structure based on complex networks theory utilizing the time series of prices. Our network is obtained from the correlation matrix between the time series of companies' prices by imposing a threshold to the values of the correlation coefficients. We analyze the community structure of the obtained networks and the relation between communities' inter and intra-connectivity as an indicator of systemic risk. Our results show how an economic system's behavior is related to its structure and how the crisis is reflected in the evolution of network cohesion. We show how regulation and deregulation affect the structure of the system.

### References

1. Krugman, P.: The profession and the crisis. *East. Econ. J.* 37(3), 307–312 (2011)
2. Petersen, A. M., Wang, F., Havlin, S., and Stanley, H. E.: Market dynamics immediately before and after financial shocks: Quantifying the Omori, productivity, and Bath laws. *Phys. Rev. E* 82(3), 036114 (2010)
3. Meng, H., Xie, W.J., Jiang, Z. Q., Podobnik, B., Zhou, W.X., and Stanley, H. E.: Systemic risk and spatiotemporal dynamics of the US housing market. *Sci. Rep.* 4(1), 1–7 (2014)
4. Zhao, L. Li, W. Fenu, A., Podobnik, B., Wang, Y., and Stanley, H. E.: The q-dependent detrended cross-correlation analysis of stock market. *J. Stat. Mech.: Theory Exp* 2018(2), 023402 (2018)
5. Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., and Hwang, D.U.: Complex networks: Structure and dynamics. *Phys. Rep.* 424(4-5), 175–308 (2006)
6. Barabási, L. A.: *Network science*. Cambridge university press, (2016)
7. Squartini, T., Van Lelyveld, I. and Garlaschelli, D.: Early-warning signals of topological collapse in interbank networks. *Sci. Rep.* 3(1), 3357 (2013)
8. Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., and Lefebvre, E.: Fast unfolding of communities in large networks. *J. Stat. Mech.: Theory Exp*, 2008(10), P10008 (2008)

# General Chairs



**Rosa M. BENITO**

Universidad Politécnica de Madrid, Spain



**Hocine CHERIFI**

University of Burgundy, France



**Esteban MORO**

Universidad Carlos III, Spain



# Advisory Board



**Ben H. ZHAO**

University of Chicago, USA



**Eugene STANLEY**

Boston University, USA



**Raissa D'SOUZA**

UC Davis, USA



**Jon CROWCROFT**

University of Cambridge, UK

# Program Chairs



Chantal CHERIFI

University of Lyon, France



Luis M. ROCHA

Binghamton University, USA



Marta SALES-PARDO

Universitat Rovira i Virgili, Spain

## Lightning Chairs



## José Fernando MENDES

University of Aveiro, Portugal



## Jesús GOMEZ GARDEÑES

University of Zaragoza, Spain



## Huijuan WANG

TU Delft, Netherlands

## Poster Chairs



Manuel MARQUES PITA

Universidade Lusófona, Portugal



José Javier RAMASCO

IFISC, Spain



Taha YASSERI

University of Oxford, UK

Tutorial Chairs



## Luca Maria AIELLO

Nokia-Bell Labs, UK



## Leto PEEL

Université Catholique de Louvain, Belgium

## Satellite Chairs



## Sabrina GAITO

University of Milan, Italy



## Javier GALEANO

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

# Publicity Chairs



**Benjamin RENOUST**

Osaka University, Japan



**Michael SCHAUB**

MIT, USA



**Andreia Sofia TEIXEIRA**

University of Lisbon, Portugal



**Xiangjie KONG**

Zhejiang University of Technology,  
China

# Sponsor Chairs



**Roberto INTERDONATO**

CIRAD - UMR TETIS, Montpellier, France



**Regino CRIADO**

Universidad Rey Juan Carlos, Spain

## Publication Chair



**Matteo ZIGNANI**

University of Milan, Italy

## Web Chair



Stephany RAJEH

University of Burgundy, France

## Local Committee Chair



Juan Carlos LOSADA

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

## Local Committee Members





Ana Mª TARQUIS

UPM, Spain



Fabio REVUELTA

UPM, Spain



Tomás SÁNCHEZ

UPM, Spain



Sergio ZUBELZU

UPM, Spain

Leticia PÉREZ SIENES

UPM, Spain

José Ángel CAPITÁN

UPM, Spain

Julia MARTINEZ-ATIENZA

UPM, Spain

Florentino BORONDO

UAM, Spain

Laia DOMINGO

UAM, Spain

Javier MONTES

UAM, Spain

Technical Program



# Committee

Jacobo	Aguirre	Centro Nacional de Biotecnología (CSIC)
Amreen	Ahmad	Jamia Millia Islamia
Masaki	Aida	Tokyo Metropolitan University
Luca Maria	Aiello	Nokia Bell Labs
Marco	Aiello	University of Stuttgart
Esra	Akbas	Oklahoma State University
Mehmet	Aktas	University of Central Oklahoma
Tatsuya	Akutsu	Kyoto University
Reka	Albert	The Pennsylvania State University
Aleksandra	Aloric	Institute of Physics Belgrade
Claudio	Altafini	linköping university
Benjamin	Althouse	New Mexico State University
Lucila G.	Alvarez-Zuzek	IFIMAR-UNMdP
Luiz G.A.	Alves	Northwestern University

Diego Raphael	Amancio	University of São Paulo
Enrico	Amico	Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne
Hamed	Amini	ENS
Hamed	Amini	Georgia State University
Chuankai	An	Dartmouth College
Marco Tulio	Angulo	National Autonomous University of Mexico (UNAM)
Demetris	Antoniades	RISE - Research Center
Alberto	Antonioni	Carlos III University of Madrid
Nino	Antulov-Fantulin	ETH Zurich
Nuno	Araujo	Universidade de Lisboa
Elsa	Arcaute	University College London
Laura	Arditti	Polytechnic of Turin

Samin	Aref	Max Planck Institute for Demographic Research
Panos	Argyrakis	Aristotle University of Thessaloniki
Malbor	Asllani	University of Limerick
Tomaso	Aste	University College London
Martin	Atzmueller	Tilburg University
Konstantin	Avrachenkov	INRIA
Jean- Francois	Baffier	National Institute of Informatics
Giacomo	Baggio	University of Padova
Rodolfo	Baggio	Bocconi University
Franco	Bagnoli	University of Florence
Annalisa	Barla	DIBRIS - Università di Genova
Paolo	Barucca	University College London
Anastasia	Baryshnikova	Calico Life Sciences
Nikita	Basov	St. Petersburg State University
Gareth	Baxter	University of Aveiro
Marya	Bazzi	University of Oxford

Mariano	Beguerisse Diaz	Spotify Limited & University of Oxford
Andras A.	Benczur	Hungarian Academy of Sciences
Rosa M.	Benito	Universidad Politécnica de Madrid
Luis	Bettencourt	University of Chicago
Ginestra	Bianconi	Queen Mary University of London
Ofer	Biham	The Hebrew University of Jerusalem
Livio	Bioglio	University of Turin
Hanjo	Boekhout	Leiden University
Johan	Bollen	Indiana University Bloomington
Christian	Bongiorno	Università degli studi di Palermo
Anton	Borg	Blekinge Institute of Technology
Stefan	Bornholdt	Universität Bremen
Federico	Botta	The University of Warwick
Alexandre	Bovet	Université Catholique de

		Louvain-la-Neuve
Dan	Braha	NECSI
Ulrik	Brandes	ETH Zürich
Markus	Brede	University of Southampton
Marco	Bressan	Sapienza University of Rome
Piotr	Bródka	Wroclaw University of Science and Technology
Javier M.	Buldu	Universidad Rey Juan Carlos
Raffaella	Burioni	Dipartimento di Fisica, Università di Parma
Fabio	Caccioli	University College London
Rajmonda	Caceres	Massachusetts Institute of Technology
Carmela	Calabrese	University of Naples Federic
Paolo	Campana	University of Cambridge
M Abdullah	Canbaz	Indiana University Kokomo
Carlo	Cannistraci	TU Dresden



Vittorio		
Vincenza	Carchiolo	Universita di Catania
Giona	Casiraghi	ETH Zurich
Douglas	Castilho	Federal University of Minas Gerais
Costanza	Catalano	Gran Sasso Science Institute
Remy	Cazabet	Lyon University, France
David	Chavalarias	CNRS, CAMS/ISC-PIF
Kwang-Cheng	Chen	University of South Florida
Po-An	Chen	National Chiao Tung University
Xihui	Chen	University of Luxembourg
Xueqi	Cheng	Institute of Computing Technology, CAS, China
Chantal	Cherifi	Lyon 2 University
Hocine	Cherifi	University of Burgundy
Peter	Chin	Boston University

Matteo	Chinazzi	Northeastern University
Matteo	Cinelli	University of Rome "Tor Vergata"
Richard	Clegg	Queen Mary University of London
Reuven	Cohen	Bar-Ilan University
Alessio	Conte	University of Pisa
Marco	Coraggio	University of Naples Federico II
Michele	Coscia	IT University of Copenhagen
Clementine	Cottineau	CNRS, Centre Maurice Halbwachs
Christophe	Crespelle	University Claude Bernard Lyon
Regino	Criado	Universidad Rey Juan Carlos
Mihai	Cucuringu	University of Oxford & The Alan Turing Institute
Marcelo	Cunha	IFBA
Giulio Valentino	Dalla Riva	University of Canterbury
Kareem	Darwish	Qatar Computing Research Institute

Bhaskar	Dasgupta	University of Illinois, Chicago
Joern	Davidsen	University of Calgary
Toby	Davies	University College London
André	F. de Angelis	UNICAMP
Pasquale	De Meo	Vrije Universiteit Amsterdam
Fabrizio	De Vico Fallani	Inria - ICM
Charo I.	del Genio	Coventry University
Pietro	Delellis	University of Naples Federico II
Jean-Charles	Delvenne	University of Louvain
Yong	Deng	Xi'an Jiaotong University
Bruce	Desmarais	The Pennsylvania State University
Patrick	Desrosiers	Université Laval
Riccardo	Di Clemente	University of Exeter
Matías	Di Muro	Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET
Jana	Diesner	University of Illinois at Urbana- Champaign

Shichang	Ding	University of Goettingen
Linda	Douw	Amsterdam UMC, location VUmc
Johan	Dubbeldam	University of Technology
Jordi	Duch	Universitat Rovira i Virgili
Kathrin	Eismann	University of Bamberg
Mohammed	El Hassouni	Mohammed V University in Rabat
Andrew	Elliott	University of Oxford
Michael T.M.	Emmerich	Leiden University
Frank	Emmert-Streib	Tampere University of Technology
Gunes	Ercal	SIUE
Alexandre	Evsukoff	COPPE/UFRJ
Mauro	Faccin	Université Catholique de Louvain
Sofia	Fernandes	Laboratory of Artificial Intelligence and Decision Support
Guilherme	Ferraz de Arruda	ISI Foundation

Daniel	Figueiredo	COPPE/UFRJ
Jorge	Finke	Pontificia Universidad Javeriana
Marco	Fiore	IMDEA Networks Institute
Alessandro	Flammini	Indiana University Bloomington
Manuel	Foerster	Bielefeld University
Barbara	Franci	Delft University of Technology
Angelo	Furno	Univ. Lyon, University Gustave Eiffel
Sabrina	Gaito	University of Milan
Lazaros	Gallos	Rutgers University
José Manuel	Galán	Universidad de Burgos
Joao	Gama	University of Porto
Yerali	Gandica	Université Catholique de Louvain
Jianxi	Gao	Rensselaer Polytechnic Institute
David	Garcia	Medical University of Vienna and Complexity Science

		Hub
Federica	Garin	INRIA
Michael	Gastner	Yale-NUS College
Alexander	Gates	Northeastern University
Vincent	Gauthier	Telecom SudParis/Institut Mines Telecom
Raji	Ghawi	Technical University of Munich
Tommaso	Gili	IMT School for Advanced Studies
Silvia	Giordano	SUPSi
Rosalba	Giugno	University of Verona
David	Gleich	Purdue University
Antonia	Godoy	Rovira i Virgili University
Kwang-Il	Goh	Korea University
Jaime	Gomez	Universidad Politécnica de Madrid
Jesus	Gomez- Gardenes	Universidad de Zaragoza
Antonio	Gonzalez	
Bruno	Gonçalves	New York University

Joana	Gonçalves-Sá	Nova School of Business and Economics
Przemyslaw	Grabowicz	University of Massachusetts, Amherst
Carlos	Gracia-Lázaro	BIFI
Justin	Gross	UMass Amherst
Jelena	Grujic	Vrije Universiteit Brussel
Jean-Loup	Guillaume	L3i - Université de la Rochelle
Mehmet	Gunes	Stevens Institute of Technology
Sergio	Gómez	Universitat Rovira i Virgili
Meesoon	Ha	Chosun University
Jürgen	Hackl	University of Liverpool
Edwin	Hancock	University of York
Chris	Hankin	Imperial College London
Jin-Kao	Hao	University of Angers, France
Heather	Harrington	University of Oxford
Yukio	Hayashi	Japan Advanced Institute of Science

		and Technology
Mark	Heimann	University of Michigan
Torsten	Heinrich	University of Oxford
Denis	Helic	Graz University of Technology
Chittaranjan	Hens	Indian Institute of Chemical Biology
Laura	Hernandez	Université de Cergy-Pontoise
Samuel	Heroy	University of Oxford
Takayuki	Hiraoka	Aalto University
Philipp	Hoevel	University College Cor
Petter	Holme	Tokyo Institute of Technology
Seok-Hee	Hong	University of Sydney, AUSTRALIA
Ulrich	Hoppe	University Duisburg-Essen
Yanqing	Hu	Sun Yat-sen Univ.
Flavio	Iannelli	Humboldt University
Yuichi	Ikeda	Kyoto University
Roberto	Interdonato	CIRAD - UMR TETIS



Giulia	Iori	City, University of London
Antonio	Iovanella	University of Rome Tor Vergata
Gerardo	Iñiguez	Central European University
Sarika	Jalan	IIT Indore
Mahdi	Jalili	RMIT University
Jaroslav	Jankowski	West Pomeranian University of Technology
Marco Alberto	Javarone	Coventry University, UK
Hawoong	Jeong	Korea Advanced Institute of Science and Technology
Tao	Jia	Southwest University, Chongqing, P. R. China
Chunheng	Jiang	Rensselaer Polytechnic Institute
Ming	Jiang	University of Illinois at Urbana-Champaign
Di	Jin	Tianjin University
Di	Jin	University of Michigan

Ivan	Jokić	Delft University of Technology
Bertrand	Jouve	CNRS
Jason	Jung	Chung-Ang University
Marko	Jusup	Tokyo Institute of Technology
Arkadiusz	Jędrzejewski	Wrocław University of Science and Technology
Byungnam	Kahng	Seoul National University
Rushed	Kanawati	Université Paris 13
Rowland	Kao	University of Edinburgh
Márton	Karsai	ENS de Lyon
Eytan	Katzav	The Hebrew University of Jerusalem
Mehmet	Kaya	Firat University
Domokos	Kelen	Institute for Computer Science and Control
Dror	Kenett	Johns Hopkins University
Yoed	Kenett	University of Pennsylvania

Janos	Kertesz	Central European University
Mohammad	Khansari	University of Tehran
Hamamache	Kheddouci	Universit Claude Bernard
Hyoungshick	Kim	Sungkyunkwan University
Jinseok	Kim	University of Michigan
Maksim	Kitsak	Northeastern University
Mikko	Kivela	Aalto University
Konstantin	Klemm	IFISC (CSIC-UIB)
Peter	Klimek	Medical University of Vienna
Dániel	Kondor	SMART
Xiangjie	Kong	Zhejiang University of Technology
Ismo	Koponen	University of Helsinki
Onerva	Korhonen	Université de Lille
Jan	Kralj	Jozef Stefan Institute
Reimer	Kuehn	King's College London
Prosenjit	Kundu	National Institute of Technology Durgapur, India

Ryszard	Kutner	University of Warsaw
Haewoon	Kwak	Qatar Computing Research Institute
Richard	La	University of Maryland
Hemank	Lamba	Carnegie Mellon University
Renaud	Lambiotte	University of Oxford
Aniello	Lampo	UOC
Christine	Largerion	Université de Lyon
Jennifer	Larson	New York University
Anna T.	Lawniczak	University of Guelph, Ontario, Canada
Eric	Leclercq	University of Burgundy
Deok-Sun	Lee	Inha University
Sune	Lehmann	Technical University of Denmark
Balazs	Lengyel	Hungarian Academy of Sciences
Juergen	Lerner	University of Konstanz
Fabrizio	Lillo	University of Bologna

Ji	Liu	Stony Brook University
Yang-Yu	Liu	Harvard University
Giacomo	Livan	University College London
Lorenzo	Livi	University of Manitoba
Alessandro	Longheu	DIEEI - University of Catania
Laura	Lotero	Universidad Pontificia Bolivariana
Meilian	Lu	Beijing University of Posts and Telecom, Beijing
John C.S.	Lui	The Chinese University of Hong Kong
Leonardo	Maccari	University of Venice
Matteo	Magnani	Uppsala University
Cécile	Mailler	UVSQ
Nishant	Malik	Rochester Institute of Technology
Fragkiskos	Malliaros	University of Paris-Saclay
Noel	Malod-Dognin	University College London

Giuseppe	Mangioni	University of Catania
Ed	Manley	University of Leeds
Rosario Nunzio	Mantegna	Palermo University
Madhav	Marathe	University of Virginia
Manuel Sebastian	Mariani	University of Zurich
Radek	Marik	Czech Technical University
Andrea	Marino	University of Florence
Antonio	Marques	Universidad Rey Juan Carlos
Manuel	Marques-Pita	Universidade Lusofona
Christoph	Martin	Leuphana University of Lüneburg
Cristina	Masoller	Universitat Politècnica de Catalunya
Emanuele	Massaro	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Rossana	Mastrandrea	IMT Institute of Advanced Studies

John	Matta	SIUE
Arya	McCarthy	Johns Hopkins University
Fintan	Mcgee	Gabriel Lippmann public research centre
Matúš	Medo	University of Electronic Science and Technology of China
Jörg	Menche	CeMM of the Austrian Academy of Sciences
Jose Fernando	Mendes	University of Aveiro
Ronaldo	Menezes	University of Exeter
Humphrey	Mensah	Syracuse University
Anke	Meyer-Baese	FSU
Radosław	Michalski	Wrocław University of Science and Technology
Tijana	Milenkovic	University of Notre Dame
Letizia	Milli	University of Pisa

Andreea	Minca	Cornell University
Shubhanshu	Mishra	University of Illinois at Urbana- Champaign
Bivas	Mitra	Indian Institute of Technology Kharagpur
Marija	Mitrovic	Institute of physics Belgrade
Andrzej	Mizera	University of Luxembourg
Osnat	Mokryn	University of Haifa
Roland	Molontay	Budapest University of Technology and Economics
Raul	Mondragon	Queen Mary University of London
Misael	Mongiovì	Consiglio nazionale delle ricerche
Andres	Moreira	Universidad Tecnica Federico Santa Maria
Paolo	Moretti	Friedrich-Alexander- University Erlangen- Nunberg
Esteban	Moro	Universidad Carlos III de Madrid



Greg	Morrison	U Houston Dept of Physics
Sotiris	Moschoyiannis	University of Surrey
Elisha	Moses	The Weizmann Institute of Science
Igor	Mozetič	Jozef Stefan Institute
Animesh	Mukherjee	Indian Institute of Technology, Kharagpur
Masayuki	Murata	Osaka University
Tsuyoshi	Murata	Tokyo Institute of Technology
Alessandro	Muscoloni	TU Dresden
Matthieu	Nadini	New York University
Zachary	Neal	Michigan State University
Muaz	Niazi	COMSATS Institute of IT
Rolf	Niedermeier	TU Berlin
Peter	Niemeyer	Leuphana Universität Lüneburg
Jordi	Nin	ESADE, Universitat Ramon Llull
Rogier	Noldus	Ericsson
El Faouzi	Nour-Eddin	IFSTTAR

Neave	O'Clery	University College London
Masaki	Ogura	Nara Institute of Science and Technology
Marcos	Oliveira	Leibniz Institute for the Social Sciences
Andrea	Omicini	Alma Mater Studiorum– Università di Bologna
Luis	Ospina-Forero	University of Manchester
Gergely	Palla	Statistical and Biological Physics Research Group of HAS
Pietro	Panzarasa	Queen Mary University of London
Fragkiskos	Papadopoulos	Cyprus University of Technology
Symeon	Papadopoulos	Information Technologies Institute
Michela	Papandrea	SUPSI
Francesca	Parise	MIT

Philip E.	Paré	Purdue University
Han Woo	Park	YeungNam University
Juyong	Park	Korea Advanced Institute of Science and Technology
Fabio	Pasqualetti	UC Riverside
Leto	Peel	Universite catholique de Louvain
Tiago	Peixoto	Central European University, and ISI Foundation
Matjaz	Perc	University of Maribor
Hernane	Pereira	UEFS & SENAI CIMATEC
Anthony	Perez	University of Orléans
Lilia	Perfeito	Nova SBE
Chiara	Perillo	University of Zurich
Giovanni	Petri	ISI Foundation
Jürgen	Pfeffer	Technical University of Munich
Carlo	Piccardi	Politecnico di Milano

Flavio	Pinheiro	Universidade NOVA de Lisboa
Clara	Pizzuti	CNR-ICAR
Chiara	Poletto	Sorbonne University
Maurizio	Porfiri	New York University Tandon School of Engineering
Pawel	Pralat	Ryerson University
Victor	Preciado	University of Pennsylvania
Natasa	Przulj	University College London
Oriol	Pujol	University of Barcelona
Rami	Puzis	Ben Gurion University of the Negev
Christian	Quadri	University of Milan
Marco	Quaggiotto	ISI Foundation
Filippo	Radicchi	Northwestern University
Tomasz	Raducha	Faculty of Physics University of Warsaw
Jose J.	Ramasco	IFISC (CSIC-UIB)
Felix	Reed-Tsochas	University of Oxford
Gesine	Reinert	University of Oxford

Benjamin	Renoust	Osaka University
Daniel	Rhoads	Universitat Oberta de Catalunya
Pedro	Ribeiro	University of Porto
Massimo	Riccaboni	IMT Institute for Advanced Studies, Lucca
Laura	Ricci	Dipartimento di Informatica, Univ. di Pisa
Alessandro	Rizzo	Politecnico di Torino
Celine	Robardet	INSA Lyon
Luis E C	Rocha	Ghent University
Luis M.	Rocha	Binghamton University
Francisco	Rodrigues	University of São Paulo
Fernando	Rosas	Imperial College London
Giulio	Rossetti	KDD Lab ISTI-CNR
Camille	Roth	CNRS
Celine	Rozenblat	University of Lausanne Institut de Géographie
Giancarlo	Ruffo	Universita' di Torino
Meead	Saberi	UNSW

Ali	Safari	Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Marta	Sales-Pardo	Universitat Rovira i Virgili
Arnaud	Sallaberry	Université Paul Valéry Montpellier 3
Iraj	Saniee	Bell Labs, Alcatel- Lucent
Francisco C.	Santos	Universidade de Lisboa, Portugal
Jari	Saramäki	Aalto University
Koya	Sato	University of Tsukuba
Hiroki	Sayama	Binghamton University
Antonio	Scala	Italian National Research Council
Michael	Schaub	University of Oxford
Maximilian	Schich	The University of Texas at Dallas
Frank	Schweitzer	ETH Zurich
Santiago	Segarra	Rice University
Irene	Sendiña-Nadal	Rey Juan Carlos University

M. Ángeles	Serrano	Universitat de Barcelona
Saray	Shai	Wesleyan University
Aneesh	Sharma	Google
Rajesh	Sharma	University of Tartu
Julian	Sienkiewicz	Warsaw University of Technology
Anurag	Singh	NIT Delhi
Lisa	Singh	Georgetown University
Rishabh	Singhal	Dayalbagh Educational Institute
Sudeshna	Sinha	Indian Institute of Science Education and Research, Mohali
Per Sebastian	Skardal	Trinity College
Oskar	Skibski	University of Warsaw
Michael	Small	The University of Western Australia
Keith	Smith	The University of Edinburgh
Igor	Smolyarenko	Brunel University

Zbigniew	Smoreda	Orange Labs
Tom	Snijders	University of Groningen
Annalisa	Socievole	National Research Council of Italy (CNR)
Igor M	Sokolov	Humboldt-University of Berlin
Albert	Sole	Universitat Rovira i Virgili
Sucheta	Soundarajan	Syracuse University
Jaya	Sreevalsan-Nair	Graphics-Visualization-Computing Lab, IIT Bangalore
Massimo	Stella	Institute for Complex Systems Simulation
Arkadiusz	Stopczynski	Technical University of Denmark
Blair D.	Sullivan	University of Utah
Xiaoqian	Sun	Beihang University
Xiaoqian	Sun	Chinese Academy of Sciences
Pål	Sundsøy	NBIM
Samir	Suweis	University of Padua



Boleslaw	Szymanski	Rensselaer Polytechnic Institute
Bosiljka	Tadic	Jozef Stefan Institute
Andrea	Tagarelli	DIMES, University of Calabria
Kazuhiro	Takemoto	Kyushu Institute of Technology
Frank	Takes	Leiden University & University of Amsterdam
Fabien	Tarissan	ENS Paris-Saclay (ISP)
Dane	Taylor	University at Buffalo, SUNY
Claudio Juan	Tessone	URPP Social Networks - Universität Zürich
François	Théberge	Tutte Institute for Mathematics and Computing
Olivier	Togni	LIB, Burgundy university
Ljiljana	Trajkovic	Simon Fraser University
Jan	Treur	Vrije Universiteit Amsterdam

Milena	Tsvetkova	London School of Economics and Political Science
Liubov	Tupikina	Ecole Polytechnique, France
Janos	Török	Budapest University of Technology and Economics
Stephen	Uzzo	New York Hall of Science
Lucas D.	Valdez	FAMAF-UNC
Pim	van der Hoorn	Eindhoven University of Technology
Piet	Van Mieghem	Delft University of Technology
Michalis	Vazirgiannis	Department of Informatics, AUEB
Balazs	Vedres	University of Oxford
Wouter	Vermeer	Northwestern University
Christian Lyngby	Vestergaard	CNRS & Institut Pasteur
Anil Kumar	Vullikanti	University of Virginia
Johannes	Wachs	Central European University

Huijuan	Wang	Delft University of Technology
Lei	Wang	Beihang University
Zhen	Wang	
Ingmar	Weber	Qatar Computing Research Institute
Guanghui	Wen	Southeast University
Gordon	Wilfong	Bell Labs
Mateusz	Wilinski	Scuola Normale Superiore di Pisa
Richard	Wilson	University of York
Dirk	Witthaut	Forschungszentrum Jülich
Bin	Wu	Beijing University of Posts and Telecommunications
Jinshan	Wu	beijing normal university
Feng	Xia	Federation University Australia
Haoxiang	Xia	Dalian University of Technology
Xiaohe	Xu	Dalian Minzu University

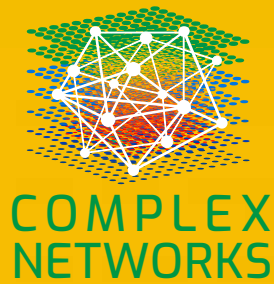
Gitanjali	Yadav	University of Cambridge
Gang	Yan	Tongji University, Shanghai, China
Xiaoran	Yan	Indiana University Bloomington
Taha	Yasseri	University of Oxford
Ying	Ye	Nanjing University
Qingpeng	Zhang	City University of Hong Kong
Zi-Ke	Zhang	Hangzhou Normal University
Junfei	Zhao	Columbia University Department of Systems Biology
Matteo	Zignani	Università degli Studi di Milano
Eugenio	Zimeo	University of Sannio
Lorenzo	Zino	University of Groningen
Antonio	Zippo	Consiglio Nazionale delle Ricerche
Fabiana	Zollo	Ca' Foscari University of Venice
Arkaitz	Zubiaga	Queen Mary University of London

Claudia	Zucca	University of Glasgow
---------	-------	--------------------------

THE INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON COMPLEX  
NETWORKS AND THEIR  
APPLICATIONS

THE INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON COMPLEX  
NETWORKS AND THEIR  
APPLICATIONS

THE INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON COMPLEX  
NETWORKS AND THEIR  
APPLICATIONS



# COMPLEX NETWORKS 2019

THE 8<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON COMPLEX NETWORKS AND  
THEIR APPLICATIONS

December 10 - 12, 2019  
Lisbon, Portugal

BOOK OF ABSTRACT

COMPLEX NETWORKS 2019

The 8<sup>th</sup> International Conference on Complex Networks & Their Applications

December 10 - 12, 2019 Lisbon, Portugal

Published by the International Conference on Complex Networks & Their Applications.

Editors:

Hocine Cherifi  
University of Burgundy, France

José Fernando Mendes  
University of Aveiro, Portugal

Luis Mateus Rocha  
Indiana University, USA

Sabrina Gaito,  
University of Milan, Italy

Esteban Moro  
Universidad Carlos III, Spain

Joana Gonçalves-Sá  
Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Francisco Santos  
University of Lisbon, Portugal

COMPLEX NETWORKS 2019

e-mail: [hocine.cherifi@u-bourgogne.fr](mailto:hocine.cherifi@u-bourgogne.fr)

Copyright Notice COMPLEX NETWORKS 2019 and the Authors

This publication contributes to the Open Access movement by offering free access to its articles and permitting any users to read, download, distribute, print, search, or link to the full texts of these articles, crawl them for indexing, pass them as data to software. The copyright is shared by authors and the 8<sup>th</sup> International Conference on Complex networks & Their Applications (COMPLEX NETWORKS 2019) to control over the integrity of their work and the right to be properly acknowledged and cited.

To view a copy of this license, visit <http://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use. While the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication, neither the authors nor the editors nor the publisher can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made. The publisher makes no warranty, express or implied, with respect to the material contained her.

ISBN: 978-2-9557050-3-2



XI

Constructing large hierarchical networks aiming at realistic, modular structures typical for many kinds of organizations . . . . . 347  
*Fereshteh Rabbani, Peter Pollner, Gergely Palla and Tamas Vicsek*

A random model that relies on maximal bicliques to preserve the overlaps in bipartite networks . . . . . 350  
*Fabien Tarissan and Lionel Tabourier*

Nonlinear interactions in noisy coevolving networks . . . . . 353  
*Tomasz Raducha and Maxi San Miguel*

The role of driving signal in the evolution of social networks . . . . . 356  
*Ana Vranic and Marija Mitrovic Dankulov*

Long-range degree correlations of fractal clusters in random networks . . . . . 359  
*Shogo Mizutaka and Takehisa Hasegawa*

Reconstructing the history of growing trees . . . . . 362  
*Gábor Timár, Rui Costa, Sergey Dorogovtsev and José Mendes*

Finding the optimal nets for self-folding Kirigami . . . . . 365  
*Rui A. da Costa, Nuno A. M. Araújo, Sergey Dorogovtsev and Jose F. F. Mendes*

Distances in Node Duplication networks . . . . . 368  
*Chanania Steinbock, Ofer Biham and Eytan Katzav*

Are degree distributions in complex networks observable? . . . . . 371  
*Igor Smolyarenko*

Optimal change point estimator for network data . . . . . 375  
*Shirshendu Chatterjee, Sharmodeep Bhattacharyya and Soumendu Sundar Mukherjee*

---

**XIII Network Neuroscience**

---

Slow and Anomalous Dynamics in Hierarchical Modular models of Brain Networks . . . . . 379  
*Samaneh Esfandiary, Paolo Moretti, Ali Safari and Miguel A. Muñoz*

Recurrence Analysis of Dynamic Brain Networks: Characterisation of the Spatio-Temporal Dynamics of magnetoencephalographic recordings . . . . . 382  
*Marinho Lopes, Jiaxiang Zhang, Dominik Krzeminski, Khalid Hamandi, Lorenzo Livi and Naoki Masuda*

The role of modularity in the formation of macroscopic patterns on functional brain networks . . . . . 385  
*Bram Siebert, Malbor Asllani, Cameron Hall and James Gleeson*



# The role of driving signal in the evolution of social networks

Ana Vranić and Marija Mitrović Dankulov

Scientific Computing Laboratory, Center for Study of Complex Systems, Institute of Physics  
Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

## 1 Introduction

Dynamics and emergence of collective behavior in social system strongly depend on the structure of the interactions between actors in the social network. The nature of connections has been studied through empirical analysis and theoretical models of evolving networks [1]. Models of evolving networks start with one, or the small number of randomly connected nodes. The network grows by the addition of new nodes, which link to ones already present in the system, following some linking rule. These rules can shape the network in a specific way. For example, the preferential attachment mechanism is essential for reproducing the networks with a heterogeneous distribution of the number of first neighbors.

The role of driving, i.e., non-constant addition of new nodes in the network is still poorly understood. While standard networks models assume that the addition of new nodes is constant in time, the growth signal of real social systems varies and influences network structure [2]. It is of great importance to understand the interplay between the driving signal and network topology, and how they, separately and in combination, shape the collective behaviour in social systems. We use a model of network with aging nodes to examine the role of driving signal in a network.

## 2 Results

The aging model incorporates the time in a non-trivial manner by introducing nodes aging [3]. The network is generated by adding one node with one link to the target node in each time step,  $t$ . Probability for connecting new node in the network depends on degree  $k$  of the target node and the age difference  $\tau$  between the new and target node,

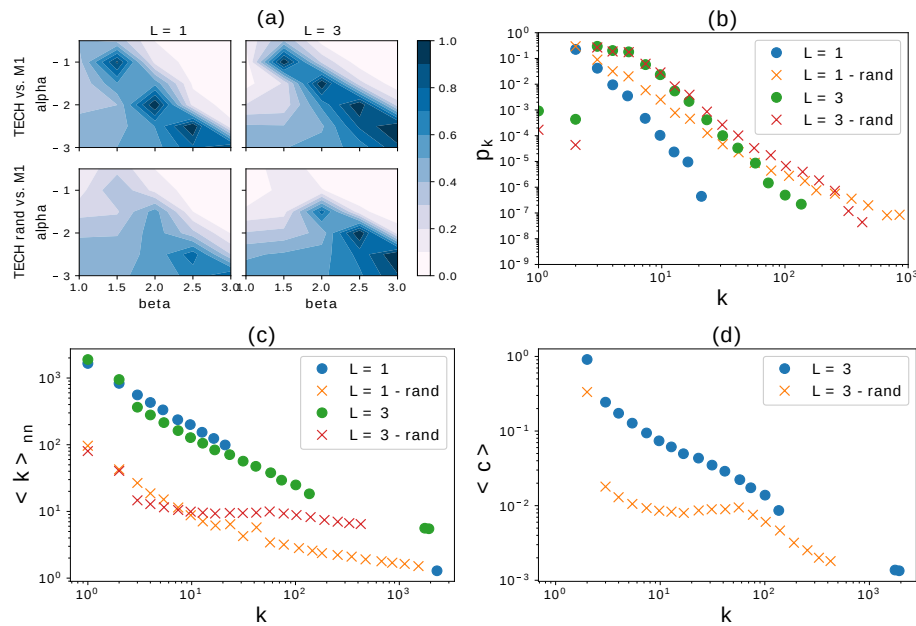
$$\Pi_i(t) \sim k_i(t)^\beta \tau_i^\alpha \quad (1)$$

Different values of parameters  $\alpha$  and  $\beta$  lead to networks with different structural properties.

We customised the aging model by allowing the addition of multiple nodes ( $M > 1$ ) and links ( $L > 1$ ), in each time step. As input in the simulation, we used the driving signal from the Meetup website, TECH social group [4]. Driving signal shows the number of new members that joined a group at a single event.



We run the simulations for TECH signal and randomized TECH signal, for all combinations of parameters  $-3 < \alpha < 0$  and  $1 < \beta < 3$ , generating a sample of 100 networks. New members in network can make one ( $L = 1$ ), or more ( $L = 3$ ) connections. As the average number of added nodes per time step is  $M = 1$ , we looked into differences of networks driven with original and randomized TECH signal and ones with constant growth in the time. We use dissimilarity measure (D-distance) [5] to compare samples of networks grown with different signals. D-distance considers Jensen-Shenon divergence and node distance distribution.



**Fig. 1.** (a) Dissimilarity distance between networks with (randomized) TECH and constant  $M = 1$  signal, for number of links  $L = 1$  and  $L = 3$  in  $\alpha$ - $\beta$  plain. Network properties of (randomized) TECH signal for different values of  $L$ : (b) degree distribution, (c) dependence of average neighbor degree on node degree, (d) node clustering coefficient; for fixed model parameters  $\alpha = -1$ . and  $\beta = 1.5$

Figure 1(a) shows calculated D-distance between networks obtained for original driving signal vs.  $M = 1$  (upper panel) and for randomized driving signal vs.  $M = 1$  (lower panel). We notice a critical region around  $\beta = 1.5$  and  $\alpha = -1$ , where D-distance between TECH and M1 signal is greater than between randomized TECH signal and M1. For these parameters, we represent the topological features of networks. For degree distribution (Fig.1(b)) we observe the only difference in slope between original and randomized TECH signal, with linking parameters  $L = 1$  and  $L = 3$ . Networks generated with the original and reshuffled signal have significantly different topology if we compare degree-degree correlations and clustering coefficient.

Networks obtained for the real signals are strongly disassortative (**Fig.1(c)**) and have hierarchical structure, i.e., their clustering coefficient (**Fig.1(d)**) decreases with  $k$ . On the other hand, networks observed from driving the model with the randomized signal are uncorrelated, and their clustering weakly depends on the degree. Networks generated with the aging network model for  $L=1$  are tree-like networks. They don't have triangles and their clustering is equal to 0.

*Summary.* Our results show that for the certain values of model parameters networks obtained from the driving with original signals have different topological features than ones obtained from the driving with random signals, although they evolve under the same linking rules. We find that driving signals alter the shape of the degree distribution, degree-degree correlations and clustering in the network. The effect is the largest for the values of model parameters for which we obtained networks with broad degree distribution. This difference disappears as we move away from these parameters. Our results strongly support the conclusion that driving signal is an important factor in the evolution of social networks and it has to be included, as a parameter, in modeling social systems.

## References

1. Boccaletti S, Latora V, Moreno Y, Chavez M, Hwang DU, Complex networks: Structure and dynamics, Phys. Rep. 424, 175-308 (2006).
2. Mitrović Dankulov M, Melnik V, Tadić B: The dynamics of meaningful social interactions and the emergence of collective knowledge. Scientific Reports volume 5, Article number: 12197 (2015)
3. Basu Hajra K, Sen P.: Phase transitions in an aging network. Phys. Rev. E 70, 056103 (2004)
4. Smiljanić J, Mitrović Dankulov M: Associative nature of event participation dynamics: A network theory approach, PLoS ONE 12, e0171565 (2017)
5. Schieber et. all (2017): Quantification of network structural dissimilarities. Nature Communications. 8. 13928. 10.1038/ncomms1392 (2017)



[Home \(/index\)](/index)   [Submission \(/submissions\)](/submissions)   [Camera-ready \(/camera-ready\)](/camera-ready)  
[Program \(/program\)](/program)   [Presentation \(/presentation\)](/presentation)   [Registration \(/registration\)](/registration)  
[Committees \(/committees\)](/committees)   [Journal Special Issues \(/journalspecialissue\)](/journalspecialissue)  
[Keynote Speakers \(/keynote-speakers\)](/keynote-speakers)   [Tutorials \(/tutorials\)](/tutorials)   [Venue \(/venue\)](/venue)  
[Accomodation \(/accomodations\)](/accomodations)   [Past Edition \(https://2018.complexnetworks.org\)](https://2018.complexnetworks.org)

# COMMITTEES

## General Chairs



**Hocine Cherifi**

University of Burgundy,  
France



**José Fernando Mendes**

University of Aveiro,  
Portugal



**Luis M. Rocha**

Indiana University, USA

## Advisory Board



**Jon Crowcroft**



**Raissa D'Souza**



**Eugene Stanley**



**Ben H. Zhao**

University of  
Cambridge  
UK

UC Davis  
USA

Boston  
University  
USA

University of  
Chicago  
USA

## Program Chairs



**Sabrina Gaito**

University of Milan  
Italy



**Esteban Moro**

Universidad Carlos III  
Spain

## Program Co-Chairs



**Joana Gonçalves-Sá**

Universidade Nova de Lisboa, Portugal



**Francisco Santos**

University of Lisbon, Portugal

## Satellite Chairs



**Luca Maria Aiello**  
Nokia-Bell Labs, UK



**Rosa M. Benito**  
Universidad Politecnica de Madrid,  
Spain

## Lightning Chairs



**Nuno Araujo**  
Lisbon University,  
Portugal



**Huijuan Wang**  
TU Delft, Netherlands



**Taha Yasseri**  
*University of Oxford, UK*

## Poster Chairs



**Gitajanli Yadav**  
University of Cambridge,  
UK



**Jinhu Lü**  
Chinese Ac. Science,  
Beijing, China



**Maria Clara Gracio**  
University of Evora,  
Portugal

## Tutorial Chair



**Bruno Gonçalves**

NYU, USA

## Publicity Chairs



**Carlos**

**Gershenson**

Universidad  
Nacional  
Autónoma de  
México, Mexico



**Michael Schaub**

MIT

USA



**Leto Peel**

Université  
Catholique de  
Louvain Belgium



**Feng Xia**

Dalian University  
of Technology,  
China

## Sponsor Chair



**Roberto Interdonato**

CIRAD - UMR TETIS, Montpellier, France



## Social Media Chair



**Andreia Sofia Teixeira**

University of Lisbon, Portugal

## Publication Chair



**Chantal Cherifi**

University of Lyon, France

## Submission Chair



**Christian Quadri**

University of Milan, Italy

## Web Chair



**Matteo Zignani**

University of Milan, Italy

## Local Committee Chair



**Manuel Marques-Pita**

University Lusófona, Portugal

## Local Committee Members



**Andrea Sofia  
Teixeira**

University of  
Lisbon, Portugal



**Pedro Souto**

University of  
Lisbon, Portugal



**Flávio L. Pinheiro**

NOVA IMS,  
Portugal



**Rion Bratting  
Correia**

Indiana  
University and  
Instituto  
Gulbenkian de  
Ciência

## Steering Committee

**Hocine Cherifi**

University of Burgundy,  
France

**Chantal Cherifi**

University of Lyon,  
France

**Sabrina Gaito**

University of Milan,  
Italy

## Technical Program Committee

(click to toggle)

Aguirre

Jacobo

Centro Nacional de Biotecnología  
CSIC

Spain

Ahmed

Nesreen

Intel

United States

Aida	Masaki	Tokyo Metropolitan University	Japan
Aiello	Luca Maria	Nokia Bell Labs	United Kingdom
Aiello	Marco	University of Stuttgart	Germany
Aktas	Mehmet	University of Central Oklahoma	United States
Akutsu	Tatsuya	Kyoto University	Japan
Albert	Reka	The Pennsylvania State University	United States
Allard	Antoine	Laval University	Canada
Aloric	Aleksandra	Institute of Physics Belgrade	Serbia
Altafini	Claudio	linköping university	Sweden
Alvarez-Zuzek	Lucila G.	IFIMAR-UNMdP	Argentina
Alves	Luiz G. A.	Northwestern University	United States
Amblard	Fred	IRIT - University Toulouse 1 Capitole	France
An	Chuankai	Dartmouth College	United States
Angione	Claudio	Teesside University	United Kingdom
Angulo	Marco Tulio	Institute of Mathematics, National Autonomous University of Mexico (UNAM)	Mexico
Antonioni	Alberto	Carlos III University of Madrid	Spain
Antulov-Fantulin	Nino	ETH Zurich	Switzerland
Araujo	Nuno	Universidade de Lisboa	Portugal
Arcaute	Elsa	University College London	United Kingdom
Aref	Samin	Max Planck Institute for Demographic Research	Germany
Arenas	Alex	URV	Spain
Ares	Saul	Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)	Spain
Argyarakis	Panos	Aristotle University of Thessaloniki	Greece
Aste	Tomaso	University College London	United Kingdom
Atzmueller	Martin	Tilburg University	Netherlands
Avrachenkov	Konstantin	INRIA	France

Baggio	Rodolfo	Bocconi University	Italy
Banisch	Sven	Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences	Germany
Barnett	George	University of California, Davis	United States
Barucca	Paolo	University College London	United Kingdom
Basov	Nikita	St. Petersburg State University	Russia
Baxter	Gareth	University of Aveiro	Portugal
Beguerisse Diaz	Mariano	Spotify Limited	United Kingdom
Benczur	Andras A.	Institute for Computer Science and Control, Hungarian Academy of Sciences	Hungary
Benito	Rosa M.	Universidad Politécnica de Madrid	Spain
Bianconi	Ginestra	Queen Mary University of London	United Kingdom
Biham	Ofer	The Hebrew University of Jerusalem	Israel
Boguna	Marian	University of Barcelona	Spain
Bonato	Anthony	Ryerson University	Canada
Bongiorno	Christian	Università degli studi di Palermo	Italy
Borg	Anton	Blekinge Institute of Technology	Sweden
Borge- Holthoefer	Javier	Internet Interdisciplinary Institute (IN3-UOC)	Spain
Borgnat	Pierre	CNRS, Laboratoire de Physique ENS de Lyon	France
Bornholdt	Stefan	Universität Bremen	Germany
Bovet	Alexandre	ICTEAM, Université Catholique de Louvain-la-Neuve	Belgium
Braha	Dan	NECSI	United States
Brandes	Ulrik	ETH Zurich	Switzerland
Brede	Markus	University of Southampton	United Kingdom
Bressan	Marco	Sapienza University of Rome	Italy
Brockmann	Dirk	Humboldt University of Berlin	Germany

Bródka	Piotr	Wroclaw University of Science and Technology	Poland
Burioni	Raffaella	Dipartimento di Fisica, Università di Parma	Italy
Campana	Paolo	University of Cambridge	United Kingdom
Cannistraci	Carlo Vittorio	TU Dresden	Germany
Carchiolo	Vincenza	Dipartimento di Matematica e Informatica - Università di Catania	Italy
Cardillo	Alessio	Universitat Rovira i Virgili	Spain
Casiraghi	Giona	ETH Zurich	Switzerland
Cattuto	Ciro	ISI Foundation	Italy
Cazabet	Remy	Univ Lyon, Université Lyon 1, CNRS, LIRIS UMR5205, F-69622 France	France
Chakraborty	Abhijit	University of Hyogo	Japan
Chakraborty	Tanmoy	IIT-Delhi, India	India
Chavalarias	David	CNRS, CAMS/ISC-PIF	France
Chawla	Nitesh V.	University of Notre Dame	United States
Chen	Kwang-Cheng	University of South Florida	United States
Cheng	Xueqi	Institute of Computing Technology, CAS, P. R. China	China
Cherifi	Hocine	University of Burgundy	France
Cherifi	Chantal	Lyon 2 University, DISP Laboratory	France
Chin	Peter	Boston University	United States
Chung	Fu Lai	The Hong Kong Polytechnic University	Hong Kong
Cinelli	Matteo	University of Rome "Tor Vergata"	Italy
Clegg	Richard	Queen Mary University of London	United Kingdom
Cohen	Reuven	Bar-Ilan University	Israel
Coscia	Michele	IT University of Copenhagen	Denmark
Costa	Luciano	Universidade de SaPaulo	Brazil
Criado	Regino	Universidad Rey Juan Carlos	Spain
Cucuringu	Mihai	University of Oxford and The Alan Turing Institute	United States

Darwish	Kareem	Qatar Computing Research Institute	Qatar
Dasgupta	Bhaskar	Department of Computer Science, University of Illinois at Chicago	United States
Davidson	Joern	University of Calgary	Canada
De Bie	Tijl	Ghent University	Belgium
De Meo	Pasquale	Vrije Universiteit Amsterdam	Italy
De Vico Fallani	Fabrizio	Inria - ICM	France
Del Genio	Charo I.	Coventry University	United Kingdom
Delellis	Pietro	University of Naples Federico II	Italy
Delvenne	Jean-Charles	University of Louvain	Belgium
Deng	Yong	Xi'an Jiaotong University	China
Devezas	José	INESC TEC and DEI-FEUP	Portugal
Di Muro	Matías	IFIMAR Institute, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET	Argentina
Diesner	Jana	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States
Douw	Linda	Amsterdam UMC	Netherlands
Duch	Jordi	Universitat Rovira i Virgili	Spain
Eismann	Kathrin	University of Bamberg	Germany
El Hassouni	Mohammed	Mohammed V University in Rabat	Morocco
Emmerich	Michael T.M.	Leiden University	Netherlands
Emmert-Streib	Frank	Tampere University of Technology	Finland
Ercal	Gunes	SIUE	United States
Faccin	Mauro	ICTEAM, Université Catholique de Louvain	Belgium
Fagiolo	Giorgio	Sant'Anna School of Advanced Studies	Italy
Flammini	Alessandro	Indiana University Bloomington	United States
Foerster	Manuel	University of Hamburg	Germany
Frasca	Mattia	University of Catania	Italy
Fu	Xiaoming	University of Goettingen	Germany
Furno	Angelo	IFSTTAR-ENTPE, Université de Lyon	France
Gaito	Sabrina	University of Milan	Italy

Gallos	Lazaros	Rutgers University	United States
Galán	José Manuel	Universidad de Burgos	Spain
Gama	Joao	University of Porto	Portugal
Gandica	Yerali	Université Catholique de Louvain	Belgium
Gao	Jianxi	Rensselaer Polytechnic Institute	United States
Garcia	David	Medical University of Vienna and Complexity Science Hub	Austria
Gates	Alexander	Indiana University Bloomington	United States
Gauthier	Vincent	Telecom SudParis/Institut Mines Telecom CNRS SAMOVAR	France
Gera	Ralucca	Naval Postgraduate School	United States
Giordano	Silvia	SUPSi	Switzerland
Giugno	Rosalba	University of Verona	Italy
Gleeson	James	University of Limerick	Ireland
Godoy	Antonia	seeslab group, Rovira i Virgili University	Spain
Goh	Kwang-Il	Korea University	South Korea
Gomez-Gardenes	Jesus	Universidad de Zaragoza	Spain
Gonçalves	Bruno	New York University	United States
Gonçalves-Sá	Joana	Nova School of Business and Economics	Portugal
Grabowicz	Przemyslaw	Max Planck Institute for Software Systems	Germany
Grujic	Jelena	Vrije Universiteit Brussel	Belgium
Guillaume	Jean-Loup	L3i - Université de la Rochelle	France
Gunes	Mehmet	University of Nevada, Reno	United States
Guney	Emre	Hospital del Mar Research Institute - Pompeu Fabra University	Spain
Guo	Weisi	The University of Warwick	United Kingdom
Gómez	Sergio	Universitat Rovira i Virgili	Spain
Ha	Meesoon	Chosun University	South Korea
Hackl	Jürgen	Swiss Federal Institute of Technology in Zurich (ETH)	Switzerland

Hagberg	Aric	Los Alamos National Laboratory	United States
Hancock	Edwin	University of York	United Kingdom
Hankin	Chris	Imperial College London	United Kingdom
Hayashi	Yukio	Graduate School of Advanced Institute of Science and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology	Japan
Heinimann	Hans R.	ETH Zurich	Switzerland
Helic	Denis	Graz University of Technology	Austria
Hens	Chittaranjan	CSIR-Indian Institute of Chemical Biology	India
Hernandez	Laura	Laboratoire de Physique Théorique et Modélisation (LPTM) UMR8089 CNRS-Université de Cergy-Pontoise	France
Heydari	Babak	Northeastern University	United States
Hoevel	Philipp	University College Cor	Ireland
Holme	Petter	Tokyo Institute of Technology	Japan
Hong	Seok-Hee	University of Sydney, AUSTRALIA	Australia
Hoppe	Ulrich	University Duisburg-Essen	Germany
Hu	Yanqing	Sun Yat-sen Univ.	China
Huang	Junming	Princeton University	United States
Hébert-Dufresne	Laurent	University of Vermont	United States
Iannelli	Flavio	Humboldt University	Germany
Ikeda	Yuichi	Kyoto University	Japan
Interdonato	Roberto	CIRAD - UMR TETIS	France
Iori	Giulia	City, University of London	United Kingdom
Iorio	Francesco	Wellcome Sanger Institute	United Kingdom
Iosifidis	George	Trinity College Dublin	Ireland
Iovanella	Antonio	Department of Enterprise Engineering, University of Rome Tor Vergata	Italy



Ivanov	Plamen	Boston University	United States
Iñiguez	Gerardo	Central European University	Hungary
Jalan	Sarika	IIT Indore	India
Jalili	Mahdi	RMIT University	Australia
Jankowski	Jaroslaw	West Pomeranian University of Technology	Poland
Javarone	Marco Alberto	School of Computing, Electronics and Mathematics, Coventry University, UK	United Kingdom
Jeong	Hawoong	Korea Advanced Institute of Science and Technology College of Computer and Information Science, Southwest	South Korea
Jia	Tao	University, Chongqing, P. R. China	China
Jin	Di	Tianjin University	China
Jo	Hang-Hyun	Asia Pacific Center for Theoretical Physics	South Korea
Jouve	Bertrand	CNRS	France
Jędrzejewski	Arkadiusz	Wrocław University of Science and Technology	Poland
Kaltenbrunner	Andreas	NTENT	Spain
Kanawati	Rushed	Université Paris 13	France
Karsai	Márton	ENS de Lyon	France
Kaya	Mehmet	Firat University	Turkey
Kelen	Domokos	Institute for Computer Science and Control, Hungarian Academy of Sciences	Hungary
Kenett	Yoed	University of Pennsylvania	United States
Kenett	Dror	Johns Hopkins University	United States
Kertesz	Janos	Central European University	Hungary
Keuschnigg	Marc	Institute for Analytical Sociology, Linköping University, Sweden	Sweden
Khansari	Mohammad	Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran	Iran
Kheddouci	Hamamache	Universit Claude Bernard	France
Kim	Hyoungshick	Sungkyunkwan University	South Korea

Kitsak	Maksim	Northeastern University	United States
Kivela	Mikko	Aalto University	Finland
Klemm	Konstantin	IFISC (CSIC-UIB)	Spain
Klimek	Peter	Section for Science of Complex Systems, Medical University of Vienna	Austria
Kong	Xiangjie	Dalian University of Technology	China
Koponen	Ismo	University of Helsinki	Finland
Korhonen	Onerva	Université de Lille	Finland
Kutner	Ryszard	Faculty of Physics, University of Warsaw	Poland
Lambiotte	Renaud	University of Oxford	United Kingdom
Largerion	Christine	Université de Lyon	France
Larson	Jennifer	New York University	United States
Lawniczak	Anna T.	Department of Mathematics and Statistics, University of Guelph, Guelph, Ontario N1G 2W1, Canada	Canada
Leclercq	Eric	University of Burgundy - Laboratory LE2I	France
Lee	Deok-Sun	Inha University	South Korea
Lehmann	Sune	Technical University of Denmark	Denmark
Leifeld	Philip	University of Essex	United Kingdom
Lerner	Juergen	University of Konstanz	Germany
Lillo	Fabrizio	University of Bologna	Italy
Livan	Giacomo	University College London	United Kingdom
Longheu	Alessandro	DIEEI - University of Catania	Italy
Lu	Linyuan	University of Fribourg	China
Lu	Meilian	State Key Laboratory of Networking and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, China	China

Lui	John C.S.	The Chinese University of Hong Kong	Hong Kong
Maccari	Leonardo	University of Venice	Italy
Magnani	Matteo	Uppsala University	Sweden
Malliaros	Fragkiskos	CentraleSupélec, University of Paris-Saclay	France
Mangioni	Giuseppe	Dipartimento di Ingegneria Elettica Elettronica e Informatica (DIEEI) - University of Catania	Italy
Marathe	Madhav	Biocomplexity Institute and Initiative & Dept. of Computer Science, University of Virginia	United States
Mariani	Manuel Sebastian	University of Zurich	Switzerland
Marik	Radek	Czech Technical University	Czechia
Marino	Andrea	University of Florence	Italy
Marques	Antonio	King Juan Carlos University	Spain
Marques-Pita	Manuel	Universidade Lusofona	Portugal
Martin	Christoph	Leuphana University of Lüneburg	Germany
Masoller	Cristina	Universitat Politècnica de Catalunya	Spain
Mastrandrea	Rossana	IMT Institute of Advanced Studies	Italy
Masuda	Naoki	University at Buffalo, State University of New York	United States
Matta	John	SIUE	United States
Mccarthy	Arya	Johns Hopkins University	United States
Medo	Matúš	University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, P. R. China	China
Menche	Jörg	CeMM Research Center for Molecular Medicine of the Austrian Academy of Sciences	Austria
Mendes	Jose Fernando	University of Aveiro	Portugal
Menezes	Ronaldo	University of Exeter	United Kingdom
Meyer-Baese	Anke	FSU	United States

Michalski	Radostaw	Wroclaw University of Science and Technology	Poland
Milli	Letizia	University of Pisa	Italy
Mitra	Bivas	Indian Institute of Technology Kharagpur	India
Mitrovic	Marija	Institute of physics Belgrade	Serbia
Mizera	Andrzej	University of Luxembourg	Luxembourg
Mokryn	Osnat	University of Haifa	Israel
Molontay	Roland	Budapest University of Technology and Economics	Hungary
Mondragon	Raul	Queen Mary University of London	United Kingdom
Mongiò	Misael	Consiglio nazionale delle ricerche	Italy
Moro	Esteban	Universidad Carlos III de Madrid	Spain
Moschoyiannis	Sotiris	University of Surrey	United Kingdom
Moses	Elisha	The Weizmann Institute of Science	Israel
Mozetič	Igor	Jozef Stefan Institute	Slovenia
Murata	Tsuyoshi	Tokyo Institute of Technology	Japan
Muscoloni	Alessandro	TU Dresden	Germany
Mäs	Michael	ETH Zurich	Netherlands
Neal	Zachary	Michigan State University	United States
Nour-Eddin	El Faouzi	IFSTTAR	France
Oliveira	Marcos	GESIS – Leibniz Institute for the Social Sciences	United States
Omelchenko	Iryna	TU Berlin	Germany
Omicini	Andrea	Alma Mater Studiorum–Università di Bologna	Italy
Palla	Gergely	Statistical and Biological Physics Research Group of HAS	Hungary
Panzarasa	Pietro	Queen Mary University of London	United Kingdom
Papadopoulos	Fragkiskos	Cyprus University of Technology	Cyprus
Papadopoulos	Symeon	Information Technologies Institute	Greece
Papandrea	Michela	SUPSI	Switzerland

Park	Han Woo	YeungNam University Graduate School of Culture Technology, Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea
Park	Juyong	George Mason University	United States
Park	Noseong	IIT-CNR	Italy
Passarella	Andrea	Universite catholique de Louvain	Belgium
Peel	Leto	University of Bath	Germany
Peixoto	Tiago	University of Maribor	Slovenia
Perc	Matjaz	ISI Foundation	Italy
Petri	Giovanni	Technical University of Munich	Germany
Pfeffer	Juergen	Politecnico di Milano	Italy
Piccardi	Carlo	CNR-ICAR	Italy
Pizzuti	Clara	International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA); Complexity Science Hub Vienna	Austria
Poledna	Sebastian	INSERM, Sorbonne Université, Institut Pierre Louis	France
Poletto	Chiara	d'Epidémiologie et de Santé Publique	France
Pralat	Pawel	Ryerson University	Canada
Preciado	Victor	University of Pennsylvania	United States
Przulj	Natasa	Computer Science Department	United Kingdom
Qu	Zehui	Southwest university	China
Quadri	Christian	University of Milan	Italy
Quaggiotto	Marco	ISI Foundation	Italy
Radicchi	Filippo	Northwestern University	United States
Ramasco	Jose J.	IFISC (CSIC-UIB)	Spain
Reed-Tsochas	Felix	University of Oxford	United Kingdom
Renoust	Benjamin	Osaka University	Japan
Ribeiro	Pedro	University of Porto	Portugal
Riccaboni	Massimo	IMT Institute for Advanced Studies, Lucca	Italy

Ricci	Laura	dipartimento di informatica, Univ. di Pisa	Italy
Rizzo	Alessandro	Politecnico di Torino	Italy
Rocha	Luis M.	Indiana University Bloomington	United States
Rocha	Luis E C	Ghent University	Belgium
Rodrigues	Francisco	University of São Paulo	Brazil
Rosas	Fernando	Imperial College London	United Kingdom
Rossetti	Giulio	KDD Lab ISTI-CNR	Italy
Rossi	Luca	IT University of Copenhagen	Denmark
Roth	Camille	CNRS	Germany
Roukny	Tarik	Massachusetts Institute of Technology	United States Minor Outlying Islands
Saberi	Meead	UNSW	Australia
Safari	Ali	Friedrich-Alexamder Universität Erlangen-Nürnberg, Department of Materials Science, Institute of Materials Simulation	Germany
Saniee	Iraj	Bell Labs, Alcatel-Lucent	United States
Santos	Francisco C.	INESC-ID and Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal	Portugal
Saramäki	Jari	Aalto University	Finland
Sayama	Hiroki	Binghamton University	United States
Scala	Antonio	Institute for Complex Systems / Italian National Research Council	Italy
Schaub	Michael	Massachusetts Institute of Technology	United States
Schich	Maximilian	The University of Texas at Dallas	United States
Schifanella	Rossano	University of Turin	Italy
Schoenebeck	Grant	University of Michigan	United States
Schweitzer	Frank	ETH Zurich	Switzerland
Segarra	Santiago	Rice University	United States
Sharma	Aneesh	Google	United States

Sharma	Rajesh	University of Tartu	Estonia
Sienkiewicz	Julian	Faculty of Physics, Warsaw University of Technology	Poland
Singh	Anurag	NIT Delhi	India
Skardal	Per Sebastian	none	United States
Small	Michael	The University of Western Australia	Australia
Smolyarenko	Igor	Brunel University	United Kingdom
Smoreda	Zbigniew	Orange Labs	France
Snijders	Tom	University of Groningen	Netherlands
Socievole	Annalisa	National Research Council of Italy (CNR), Institute for High Performance Computing and Networking (ICAR)	Italy
Sole	Albert	Universitat Rovira i Virgili	Spain
Song	Lipeng	North University of China	China
Stella	Massimo	Institute for Complex Systems Simulation	United Kingdom
Sullivan	Blair D.	University of Utah	United States
Sun	Xiaoqian	Beihang University	China
Sundsøy	Pål	NBIM	Norway
Szymanski	Boleslaw	Rensselaer Polytechnic Institute	United States
Tadic	Bosiljka	Jozef Stefan Institute	Slovenia
Tagarelli	Andrea	DIMES, University of Calabria	Italy
Tajoli	Lucia	Politecnico di Milano	Italy
Takemoto	Kazuhiro	Kyushu Institute of Technology	Japan
Takes	Frank	Leiden University & University of Amsterdam	Netherlands
Tang	Jiliang	Michigan State University	United States
Tarissan	Fabien	CNRS - ENS Paris-Saclay (ISP)	France
Tessone	Claudio Juan	URPP Social Networks - Universität Zürich	Switzerland
Thai	My	University of Florida	United States

Théberge	François	Tutte Institute for Mathematics and Computing	Canada
Tizzoni	Michele	ISI Foundation	Italy
Togni	Olivier	LIB, Burgundy university	France
Traag	Vincent Antonio	Centre for Science and Technology Studies (CWTS), Leiden University, the Netherlands	Netherlands
Trajkovic	Ljiljana	Simon Fraser University	Canada
Treur	Jan	Vrije Universiteit Amsterdam	Netherlands
Tupikina	Liubov	Ecole Polytechnique, France	France
Török	Janos	Budapest University of Technology and Economics	Hungary
Uzzo	Stephen	New York Hall of Science	United States
Valdez	Lucas D.	FAMAF-UNC	Argentina
Valverde	Sergi	Institute of Evolutionary Biology (CSIC-UPF)	Spain
Van Der Hoorn	Pim	Northeastern University, Networkscience Institute	United States
Van Der Leij	Marco	University of Amsterdam	Netherlands
Van Mieghem	Piet	Delft University of Technology	Netherlands
Van Veen	Singapore-Eth Centre Frs - Dirk	ETH Zurich, Future Resilient Systems, Singapore-ETH Centre	Singapore
Vazirgiannis	Michalis	Department of Informatics, AUEB	Greece
Vedres	Balazs	CEU	Hungary
Vermeer	Wouter	Northwestern University	United States
Vestergaard	Christian Lyngby	CNRS & Institut Pasteur	France
Vodenska	Irena	Boston University	United States
Wachs	Johannes	Central European University	Hungary
Wang	Xiaofan	Shanghai Jiao Tong University	China
Wang	Lei	Beihang University	China
Wang	Huijuan	Delft University of Technology	Netherlands
Wen	Guanghui	Southeast University	China
Wilfong	Gordon	Bell Labs	United States



Wilinski	Mateusz	Scuola Normale Superiore di Pisa	Poland
Wilson	Richard	University of York	United Kingdom
Wit	Ernst	University of Groningen	Netherlands
Wu	Bin	Beijing University of Posts and Telecommunications	China
Wu	Jinshan	beijing normail university	China
Xia	Feng	Dalian University of Technology	China
Xia	Haoxiang	Dalian University of Technology	China
Xu	Xiaoke	Dalian Minzu University	China
Yagan	Osman	CyLab-CMU	United States
Yan	Gang	Tongji University, Shanghai, China	China
Yan	Xiaoran	Indiana University Bloomington	United States
Zhang	Qingpeng	City University of Hong Kong	United States
Zhang	Zi-Ke	Hangzhou Normal University	China
Zhao	Junfei	Columbia University Department of Systems Biology	United States
Zhong	Fay	CSUEB	United States
Zignani	Matteo	Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Informatica	Italy
Zimeo	Eugenio	University of Sannio	Italy
Zino	Lorenzo	Politecnico di Torino	Italy
Zippo	Antonio	Consiglio Nazionale delle Ricerche	Italy
Zlatic	Vinko	Centre SMC CNR-INFN, Dep. Physics University "Sapienza"	Croatia
Zubiaga	Arkaitz	Queen Mary University of London	United Kingdom

## Complex Networks Mailing List

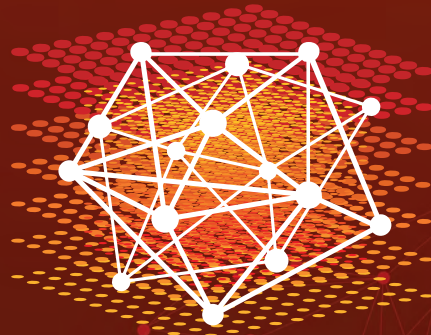
Sign up with your email address to receive news and activity updates. No

spam.

(hit

# The International Conference on Complex Networks and Their Applications



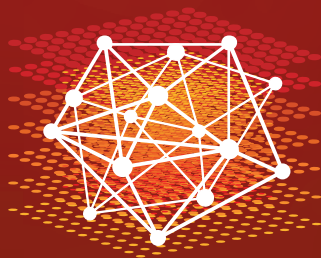
# COMPLEX NETWORKS 2017



The 6<sup>th</sup> International Conference on Complex Networks and Their Applications  
November 29 - December 01 - Lyon, France

[www.complexnetworks.org](http://www.complexnetworks.org)





COMPLEX  
NETWORKS  
2017

The **6<sup>th</sup> International Conference on  
Complex Networks and Their Applications**

November 29 - December 01  
Lyon, France

**BOOK OF ABSTRACTS**

COMPLEX NETWORKS 2017

The 6<sup>th</sup> International Conference on Complex Networks & Their Applications

November 29, 2016 – December 01, 2017

Lyon, France

Published by the International Conference on Complex Networks & Their Applications.

Editors:

Hocine Cherifi

University of Burgundy  
France

Hamamache Kheddouci

University of Lyon 1  
France

Huijuan Wang

Delft University of Technology  
Netherlands

Editorial co-ordination:

Sabrina Gaito

University of Milan

Italy

COMPLEX NETWORKS 2017

e-mail: [hocine.cherifi@u-bourgogne.fr](mailto:hocine.cherifi@u-bourgogne.fr)

Copyright Notice COMPLEX NETWORKS 2017 and the Authors

This publication contributes to the Open Access movement by offering free access to its articles and permitting any users to read, download, distribute, print, search, or link to the full texts of these articles, crawl them for indexing, pass them as data to software. The copyright is shared by authors and the 6<sup>th</sup> International Conference on Complex networks & Their Applications (COMPLEX NETWORKS 2017) to control over the integrity of their work and the right to be properly acknowledged and cited.

To view a copy of this license, visit <http://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use. While the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication, neither the authors nor the editors nor the publisher can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made. The publisher makes no warranty, express or implied, with respect to the material contained her.

ISBN 978-2-9557050-2-5

## **Associative nature of event-driven social dynamics: a network theory approach**

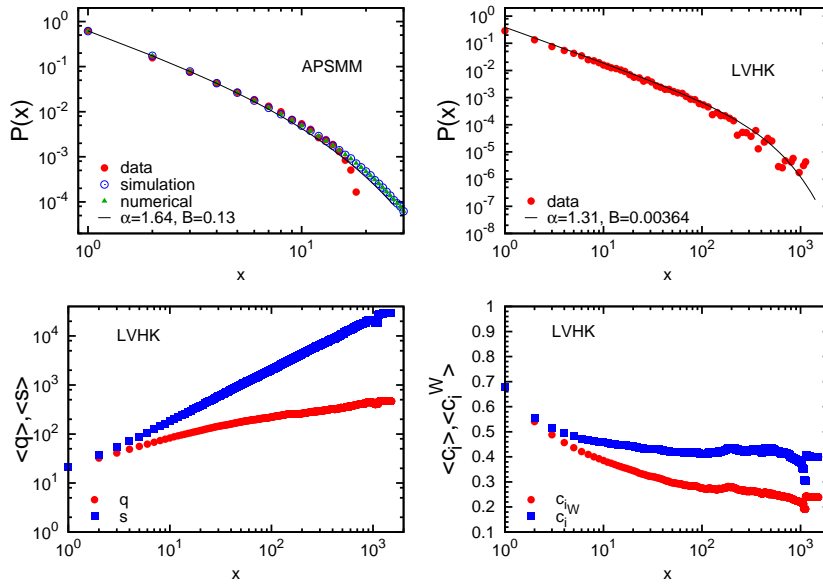
Marija Mitrović Dankulov<sup>1</sup> and Jelena Smiljanić<sup>1</sup>

Scientific Computing Laboratory,  
Center for the Study of Complex Systems, Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade,  
Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia  
mitrovic@ipb.ac.rs  
jelena.smiljanic@ipb.ac.rs

The emergence of collective social behavior in various social groups has attracted a lot of attention of researchers from the field commonly known as computational social science [2, 1, 5]. They combine the techniques from different areas of science, including statistical physics, complex network theory, and computer science, to quantitatively describe the dynamics and structure of various social groups, and to discover the underlying mechanisms. The abundance of data about human online behavior has enabled extensive studies of human activity patterns, social networks structure, as well as the emergence of collective behavior in online social groups. On the other hand, the growth and evolution of offline social communities, especially those with event-driven dynamics, have attracted a relatively little attention, mostly due to the lack of data. Many offline social groups have event-driven dynamics, i.e., their members meet and build social connections during the events which are well localized in time and space. These groups have an important role in every society since they include all spheres of social community life, for instance, social support groups, political campaigns and movements, leisure groups such as book clubs [7], or professional groups such as conferences [6]. Although these groups are inherently different considering their topic, type of activity or profile of their members, they all have event-driven dynamics which is responsible for the universal patterns of member's participations in group activities [6, 7].

Here we demonstrate this universality by analyzing the data from two different types of social groups: series of scientific conferences [6], which are representatives of event-driven professional social groups, and four leisure groups from Meetup platform [7]. We collected and curated the data for six different series of conferences from various fields of science [6]: American Physical Society March Meeting (APSMM), American Physical Society April Meeting, Society for Industrial and Applied Mathematics Annual Meetings, Neural Information Processing Systems Conference, International Conference on Supercomputing, and Annual International Conference on Research in Computational Molecular Biology. The data for four large Meetup groups, each of them belonging to a different category and having a different type of activity, have been collected using Meetup API [7]: Geamclt group is made of foodie thrill-seekers, VegasHiker (LVHK) group consists of hikers, Pittsburgh-free people search for free social events, and TechLife Columbus a technology-related community. For both social group types, we collected the list of their members, and events (conferences or meetups depending on the type of social group), as well as the attendance list for each event.





**Fig. 1.** (top) Probability distributions  $P(x)$  of total number of participations  $x$ , for APSMM (left) and LVHK (right). Blue circles and green triangles in the left panel correspond to simulations and numerical solution of non-linear Polya urn model for APSMM. Solid line represents best fit to truncated power law distribution  $x^{-\alpha}e^{-\beta x}$ . (bottom) Dependence of members average degree  $\langle q \rangle$  and strength  $\langle s \rangle$  (left), and non-weighted  $\langle c_i \rangle$  and weighted clustering coefficients  $\langle c_i^W \rangle$  (right) on number of attended group events  $x$  for group LVHK.

This has allowed us to analyze in detail the participation patterns of members of these groups. Specifically, we have calculated the distributions of the total number of participations, the number and the time lag between two successive participations. All these distributions exhibit truncated power-law behaviour with the value of power-law exponent between 1 and 2, see Figure 1 (top). We model these event-driven dynamics using non-linear Polya urn model and show that the probability of member to attend the next event depends on the balance between the number of previously of attended and non-attended events through positive feedback mechanism. This suggests that event-driven dynamics is strongly influenced by social factors, such as members association with the community and inclusiveness of social groups.

To further explore this hypothesis, we analyze the evolution of ego-social networks of members of four Meetup groups. We map the data to a bipartite network of members and events, where the link between nodes  $i$  and  $j$  indicates the participation of member  $i$  in the event  $j$ . The social network between members of one Meetup group is obtained by projecting the appropriate bipartite network to members partition and filtering out the redundant links using the technique based on configuration model of

random bipartite networks [4, 3]. Then, we study the evolution of average local features of ego-networks, such as degree, strength, weighted and non-weighted clustering coefficient, with the number of attended events, see Figure 1 (bottom). Our results show members increasing engagement in the group activities is primarily associated with the strengthening of already existing ties and increase in the bonding social capital.

## References

1. Castellano, C., Fortunato, S., Loreto, V.: Statistical physics of social dynamics. *Rev. Mod. Phys.* 81, 591–646 (May 2009)
2. Lazer, D., Pentland, A.S., Adamic, L., Aral, S., Barabasi, A.L., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M., et al.: Life in the network: the coming age of computational social science. *Science* 323(5915), 721 (2009)
3. Saracco, F., Di Clemente, R., Gabrielli, A., Squartini, T.: Randomizing bipartite networks: the case of the world trade web. *Scientific Reports* 5, 10595 (2015)
4. Saracco, F., Straka, M.J., Di Clemente, R., Gabrielli, A., Caldarelli, G., Squartini, T.: Inferring monopartite projections of bipartite networks: an entropy-based approach. *New Journal of Physics* 19(5), 053022 (2017)
5. Sen, P., Chakrabarti, B.K.: *Sociophysics: an introduction*. Oxford University Press (2013)
6. Smiljanić, J., Chatterjee, A., Kauppinen, T., Mitrović Dankulov, M.: A theoretical model for the associative nature of conference participation. *PLoS ONE* 11(2), 1–12 (02 2016)
7. Smiljanić, J., Dankulov, M.M.: Associative nature of event participation dynamics: A network theory approach. *PLoS one* 12(2), e0171565 (2017)



## Organization & Committees

<b>General Chair</b>	Hocine Cherifi, University of Burgundy, France
<b>Advisory Board</b>	Raissa D'Souza, University of California, Davis, USA Sabrina Gaito, University of Milan, Italy Ben Y. Zhao, University of Chicago, USA
<b>Program Co-Chairs</b>	Chantal Cherifi, University of Lyon 2, France Mirco Musolesi, University College London, UK Márton Karsai, ENS de Lyon, France
<b>Poster Chairs</b>	Hamamache Kheddouci, University of Lyon 1, France Huijuan Wang, Delft University of Technology, Netherlands
<b>Publicity Chair</b>	Bruno Gonçalves, New York University, USA Feng Xia, Dalian University of Technology, China Carlo Piccardi, Politecnico di Milano
<b>Local Committee</b>	Lounes Bentaha, University of Lyon 2, France Chantal Cherifi, University of Lyon 2, France Jannik Laval, University of Lyon 2, France
<b>Publication Chair</b>	Sabrina Gaito, University of Milan, Italy
<b>Tutorial Chair</b>	Jinhu Lü, Chinese Academy of Sciences, China
<b>Sponsor Chair</b>	Eric Fleury, ENS de Lyon, France
<b>Submission Chair</b>	Christian Quadri, University of Milan, Italy
<b>Web Chair</b>	Matteo Zignani, University of Milan, Italy



COMPLEX  
NETWORKS

The 6<sup>th</sup> International Conference on Complex Networks & Their Applications. Nov. 29 - Dec. 01, 2017, Lyon (France)

### Program Committee

Sophie Achard	GIPSA-Lab - CNRS, France
Masaki Aida	Tokio Metropolitan University, Japan
Luca Maria Aiello	Nokia Bell Labs, UK
Tatsuya Akutsu	Kyoto University, Japan
Reka Albert	Pennsylvania State University, USA
Antoine Allard	Centre de Recerca Matemàtica, Spain
Eivind Almaas	Norwegian University of Science and Technology, Norway
Claudio Altafini	Linköping University, Sweden
Lucila Alvarez-Zuzek	Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
Fred Amblard	University Toulouse 1 Capitole, France
Claudio Angione	Teesside University, UK
Alberto Antonioni	Carlos III University of Madrid, Spain
Nino Antulov-Fantulin	ETH Zurich, Switzerland
Nuno Araujo	Universidade de Lisboa, Portugal
Elsa Arcaute	University College London, UK
Valerio Arnaboldi	IIT-CNR, Italy
Tomaso Aste	University College London, UK
Martin Atzmueller	Tilburg University, Netherlands
Rodolfo Baggio	Bocconi University, Italy
James Bagrow	University of Vermont, USA
Sven Banisch	Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences, Germany
Yaneer Bar-Yam	New England Complex Systems Institute, USA
Baruch Barzel	Bar-Ilan University, Israel
Nikita Basov	St. Petersburg State University, Russia
Gareth Baxter	University of Aveiro, Portugal
Mariano Beguerisse Diaz	University of Oxford, UK
Rosa M. Benito	Universidad Politecnica de Madrid (UPM), Spain
Jacob Biamonte	University of Malta, Malta
Ginestra Bianconi	Queen Mary University of London, UK
Jeremy Blackburn	University of Alabama at Birmingham, USA
Anthony Bonato	Ryerson University, Canada
Pierre Borgnat	CNRS, Laboratoire de Physique ENS de Lyon, France
Stefan Bornholdt	University of Bremen, Germany
Dan Braha	NECSI, USA
Ulrik Brandes	University of Konstanz, Germany
Lidia A. Braunstein	Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
Markus Brede	University of Southampton, UK



Marco Bressan	Sapienza University of Rome, Italy
Dirk Brockmann	Humboldt University, Germany
Piotr Bródka	Wrocław University of Science and Technology, Poland
Javier M. Buldu	Universidad Rey Juan Carlos and Center for Biomedical Technology, Spain
Raffaella Burioni	Università di Parma, Italy
Kanat Camlibel	University of Groningen, Netherlands
Carlo Vittorio Cannistraci	Technical University Dresden, Germany
Vincenza Carchiolo	Università di Catania, Italy
Alessio Cardillo	Catalan Institute of Human Paleoecology and Social Evolution (IPHES), Spain
Rui Carvalho	Durham University, UK
Giona Casiraghi	ETH Zurich, Switzerland
Remy Cazabet	UPMC - Paris, France
L. Elisa Celis	École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland
Mario Chavez	Lena - CNRS, France
Kwang-Cheng Chen	University of South Florida, USA
Fu Lai Chung	Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
Richard Clegg	Queen Mary University of London, UK
Jack Cole	ARL (ret), USA
Giacomo Como	Lund University, Sweden
Luciano da F. Costa	University of Sao Paulo, Brazil
Emanuele Cozzo	University of Zaragoza, Spain
Regino Criado	Universidad Rey Juan Carlos, Spain
Mihai Cucuringu	University of Oxford and Alan Turing Institute, UK
Jörn Davidsen	University of Calgary, Canada
Bhaskar Dasgupta	University of Illinois at Chicago, USA
Fabrizio De Vico Fallani	Inria - ICM, France
Michela Del Vicario	IMT Institute for Advanced Studies, Italy
Jean-Charles Delvenne	University of Louvain, Belgium
José Devezas	INESC TEC and DEI-FEUP, Portugal
Jana Diesner	University of Illinois at Urbana-Champaign, USA
Louis J. Dubé	Université Laval, Canada
Jordi Duch	Universitat Rovira i Virgili, Spain
Marten During	Université de Luxembourg, Luxembourg
Mohammed El Hassouni	FSR-UMV, Marocco
Omodei Elisa	UNICEF, USA
Frank Emmert-Streib	Tampere University of Technology, Finland
Gunes Ercal	SIUE, USA
Ernesto Estrada	University of Strathclyde, UK
Tim Evans	Imperial College London, UK

Mauro Faccin	ICTEAM, Université Catholique de Louvain, Belgium
Giorgio Fagiolo	Sant'Anna School of Advanced Studies, Italy
Hocine Ficheri	ENS, France
Alessandro Flammini	Indiana University, USA
Eric Fleury	ENS Lyon / INRIA, France
Manuel Foerster	University of Hamburg, Germany
Mattia Frasca	University of Catania, Italy
Sabrina Gaito	University of Milan, Italy
José Manuel Galán	University of Burgos, Spain
Edoardo Gallo	University of Cambridge, UK
Yérali Gandica	Université de Namur, Belgium
Antonios Garas	ETH Zurich, Switzerland
Alvaro Garcia-Recuero	Queen Mary University of London, UK
Gourab Ghoshal	University of Rochester, USA
Silvia Giordano	SUPSI, Switzerland
James Gleeson	University of Limerick, Ireland
Kwang-Il Goh	Korea University, Korea
Sergio Gómez	Universitat Rovira i Virgili, Spain
Jesus Gomez-Gardenes	University of Zaragoza, Spain
Bruno Gonçalves	New York University, USA
Przemyslaw Grabowicz	Max Planck Institute for Software Systems, Germany
Steve Gregory	University of Bristol, UK
Thilo Gross	University of Bristol, UK
Jelena Grujic	Vrije Universiteit Brussel, Belgium
Jean-Loup Guillaume	L3i - Université de la Rochelle, France
Mehmet Gunes	University of Nevada, Reno, USA
Aric Hagberg	Los Alamos National Laboratory, USA
Edwin Hancock	University of York, UK
Chris Hankin	Imperial College London, UK
Jin-Kao Hao	University of Angers, France
Yukio Hayashi	Japan Advanced Institute of Science and Technology, Japan
Laurent Hébert-Dufresne	Santa Fe Institute, USA
Denis Helic	KTI, TU-Graz, Austria
Shaun Hendy	University of Auckland, New Zealand
Babak Heydari	Stevens Institute of Technology, USA
Desmond Higham	University of Strathclyde, UK
Philipp Hoevel	TU Berlin, Germany
Seok-Hee Hong	University of Sydney, Australia
Ulrich Hoppe	University Duisburg-Essen, Germany
Pan Hui	Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong
Yuichi Ikeda	Kyoto University, Japan

Gerardo Iñiguez	National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico
Plamen Ivanov	Boston University and Harvard Medical School, USA
Mahdi Jalili	RMIT University, Australia
Marco Alberto Javarone	School of Computer Science, University of Hertfordshire, UK
Hawoong Jeong	Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea
Tao Jia	Southwest University, Chongqing, China
Di Jin	Tianjin University, China
Hang-Hyun Jo	Asia Pacific Center for Theoretical Physics, Korea
Nick Jones	Imperial College, USA
Bertrand Jouve	CNRS, France
Byungnam Kahng	Seoul National University, Korea
Rushed Kanawati	Université Paris 13, France
Márton Karsai	ENS de Lyon, France
Mehmet Kaya	Firat University, Turkey
Przemyslaw Kazienko	Wroclaw University of Technology, Poland
Dror Kenett	Boston University, USA
Yoed Kenett	University of Pennsylvania, USA
Khaldoun Khashanah	Stevens Institute of Technology, USA
Hamamache Kheddouci	Université Claude Bernard, France
Hyoungshick Kim	Sungkyunkwan University, Korea
Maksim Kitsak	Northeastern University, UK
Mikko Kivela	University of Oxford, UK
Peter Klimek	Medical University of Vienna, Austria
Nicolas Kourtellis	Telefonica Research, Spain
Danai Koutra	University of Michigan, USA
Jérôme Kunegis	University of Namur, Belgium
Valentina Kuskova	National Research University, Russia
Ryszard Kutner	University of Warsaw, Poland
Haewoon Kwak	Qatar Computing Research Institute, Qatar
Lucas Lacasa	Queen Mary University of London, UK
Renaud Lambiotte	University of Oxford, UK
Christine Langeron	Université de Lyon, France
Jennifer Larson	New York University, USA
Matthieu Latapy	CNRS, France
Stephen Law	University College London, USA
Anna T. Lawniczak	University of Guelph, Canada
Benedicte Le-Grand	Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, France
Eric Leclercq	University of Burgundy, France
Sang Hoon Lee	Korea Institute for Advanced Study, Korea

Benedicte Le-Grand	Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, France
Sune Lehmann	Technical University of Denmark, Denmark
Xiang Li	Fudan University, China
Nelly Litvak	University of Twente, Netherlands
Yang-Yu Liu	Harvard Medical School, USA
Alessandro Longheu	University of Catania, Italy
Jinhu Lu	Chinese Academy of Sciences, China
John C.S. Lui	The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong
Matteo Magnani	Uppsala University, Sweden
Clemence Magnien	CNRS - UPMC Sorbonne Universités, France
Hernan Makse	City College of New York, USA
Giuseppe Mangioni	University of Catania, Italy
Madhav Marathe	Virginia Tech, USA
Andrea Marino	University of Pisa, Italy
Antonio Marques	King Juan Carlos University, Spain
Michael Mäs	University of Groningen, Netherlands
Cristina Masoller	Universitat Politècnica de Catalunya, Spain
Rossana Mastrandrea	IMT Institute of Advanced Studies, Italy
Naoki Masuda	University of Bristol, UK
Petr Matous	University of Sydney, Australia
Matúš Medo	UESTC Chengdu, China
Natarajan Meghanathan	Jackson State University, USA
Guy Melançon	Université de Bordeaux, France
Jörg Menche	Austrian Academy of Sciences, Austria
Jose Fernando Mendes	University of Aveiro, Portugal
Ronaldo Menezes	Florida Institute of Technology, USA
Radosław Michalski	Wrocław University of Science and Technology, Poland
Bivas Mitra	Indian Institute of Technology Kharagpur, India
Marija Mitrovic	Institute of Physics Belgrade, Serbia
Suzy Moat	University of Warwick, UK
Yamir Moreno	Universidad de Zaragoza, Spain
Sotiris Moschoyiannis	University of Surrey, UK
Igor Mozetič	Jozef Stefan Institute, Slovenia
Animesh Mukherjee	Indian Institute of Technology, Kharagpur, India
Tsuyoshi Murata	Tokyo Institute of Technology, Japan
Katarzyna Musial	Bournemouth University, UK
Muaz Niazi	COMSTATS Institute of IT, Pakistan
Andrea Omicini	Università di Bologna, Italy
Gergely Palla	Eötvös University, Hungary

Pietro Panzarasa	Queen Mary University of London, UK
Fragkiskos Papadopoulos	Cyprus University of Technology, Cyprus
Symeon Papadopoulos	Information Technologies Institute, Greece
Michela Papandrea	SUPSI, Switzerland
Han Woo Park	YeungNam University, Korea
Juyong Park	Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea
Andrea Passarella	IIT-CNR, Italy
Leto Peel	Université Catholique de Louvain, Belgium
Tiago Peixoto	University of Bath, UK
Matjaz Perc	University of Maribor, Slovenia
Nicola Perra	University of Greenwich, UK
Giovanni Petri	ISI Foundation, Italy
Carlo Piccardi	Politecnico di Milano, Italy
Carlos Pineda	Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico
Sebastian Poledna	International Institute for Applied System Analysis, Austria
Chiara Poletto	INSERM UMR-S 1136, France
Victor Preciado	University of Pennsylvania, USA
Natasa Przulj	University College London, UK
Christian Quadri	University of Milan, Italy
Marco Quagiotto	ISI Foundation, Italy
Walter Quattrociocchi	Labss, Institute of Cognitive Sciences and Technologies, Italy
Jose J. Ramasco	IFISC (CSIC-UIB), Spain
Asha Rao	RMIT University, Australia
Felix Redd-Tsochas	University of Oxford, UK
Gesine Reinert	University of Oxford, UK
Pedro Ribeiro	Universidade do Porto, Portugal
Massimo Riccaboni	IMT Institute for Advanced Studies, Italy
Laura Ricci	University of Pisa, Italy
Luis E C Rocha	Karolinska Institutet, Sweden
Luis M. Rocha	Indiana University, USA
Francisco Rodrigues	University of São Paulo, Brazil
Henrik Ronellenfitsch	Massachusetts Institute of Technology, USA
Luca Rossi	University of Copenhagen, Denmark
Martin Rosvall	Umeå Univeristy, Sweden
Camille Roth	CNRS, France
Amir Rubin	Ben-Gurion University of the Negev, Israël
Marc Santolini	Northeastern University, USA
Francisco C. Santos	INESC-ID and Instituto Superior Técnico, and ATP group, Portugal

Jari Saramäki	Aalto University, Finland
Hiroki Sayama	Binghamton University, SUNY, USA
Antonio Scala	Institute for Complex Systems / Italian National Research Council, Italy
Maximilian Schich	The University of Texas at Dallas, USA
Grant Schoenebeck	University of Michigan, USA
Ingo Scholtes	ETH Zurich, Switzerland
Frank Schweitzer	ETH Zurich, Switzerland
Caterina Scoglio	Kansas State University, USA
Simone Severini	University College London, UK
Aneesh Sharma	Twitter Inc, USA
Rajesh Sharma	University of Tartu, Estonia
Tiago Simas	University of Cambridge, UK
Filippo Simini	University of Bristol, UK
Anurag Singh	National Institute of Technology Delhi, India
Per Sebastian Skardal	Trinity College, USA
Michael Small	The University of Western Australia, Australia
Zbigniew Smoreda	Orange Labs, France
Chaoming Song	University of Miami, USA
Mauro Sozio	Télécom ParisTech, France
Jie Sun	Clarkson University, USA
Pål Sundsøy	Norges Bank Investment Management, Norway
Michael Szell	Hungarian Academy of Sciences, Hungary
Bosiljka Tadic	Jozef Stefan Institute, Slovenia
Lucia Tajoli	Politecnico di Milano, Italy
Kazuhiro Takemoto	Kyushu Institute of Technology, Japan
Frank Takes	Leiden University, Netherlands
Fabien Tarissan	CNRS - ENS Paris-Saclay, France
Dane Taylor	University of Buffalo, USA
Claudio Juan Tessone	University of Zurich, Switzerland
I-Hsien Ting	National University of Kaohsiung, Taiwan
Olivier Togni	Burgundy University, France
Ljiljana Trajkovic	Simon Fraser University, Canada
Jan Treur	Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands
Milena Tsvetkova	London School of Economics and Political Science, UK
Liubov Tupikina	Ecole Polytechnique, France
Stephen Uzzo	New York Hall of Science, USA
Sergi Valverde	University Pompeu Fabra, Spain
Piet Van Mieghem	Delft University of Technology, Netherlands
Balazs Vedres	Central European University, Hungary



Huijuan Wang	Delft University of Technology, Netherlands
Pinghui Wang	Xi'an Jiaotong University, China
Xiaofan Wang	Shanghai Jiao Tong University, China
Guanghui Wen	Southeast University, Nanjing, China
Richard Wilson	University of York, UK
Ernst Wit	University of Groningen, Netherlands
Feng Xia	Dalian University of Technology, China
Gang Yan	Tongji University, China
Wenwu Yu	Southeast University, China
Maryam Zamani	Eötvös University, Ungheria
Ivan Zelinka	VSB Technical University of Ostrava, Czech Republic
Zi-Ke Zhang	Hangzhou Normal University, China
Matteo Zignani	University of Milan, Italy
Antonio Zippo	CNR, Italy
Vinko Zlatić	Rudjer Boskovic Institute, Croatia

XLIX Simpozijum o operacionim istraživanjima  
XLIX International Symposium on Operational Research



# SYM-OP-IS 2022

Vrnjačka Banja, 19-22. septembar 2022.

## ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

Urednici / Editors:

**prof. dr Zorica Mladenović**

**dr Mladen Stamenković**



UNIVERZITET U BEOGRADU  
Ekonomski fakultet  
UNIVERSITY OF BELGRADE  
Faculty of Economics  
and Business

*Izdavač / Publisher*

**Univerzitet u Beogradu – Ekonomski fakultet**

**Centar za izdavačku delatnost**

Kamenička 6, Beograd

<http://cid.ekof.bg.ac.rs/>

[cid@ekof.bg.ac.rs](mailto:cid@ekof.bg.ac.rs)

The Publishing Centre of the Faculty of Economics in Belgrade

University of Belgrade - Faculty of Economics and Business

Kamenička 6, Belgrade, Serbia

*Za izdavača / In behalf of publisher*

**prof. dr Žaklina Stojanović**

*Urednici / Editors*

**prof. dr Zorica Mladenović**

**dr Mladen Stamenković**

*Štampa / Printed by*

*Tiraž / No. of copies*

**50**

*Godina izdavanja / Publishing year*

**2022**

**ISBN: 978-86-403-1750-4**

## **IZVRŠNI ORGANIZATOR / EXECUTIVE ORGANIZERS**

Univerzitet u Beogradu – Ekonomski fakultet

University of Belgrade – Faculty of Economics and Business

## **SUORGANIZATORI / CO-ORGANIZERS**

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Ministarstvo odbrane Republike Srbije

Vojska Republike Srbije

Matematički institut, Beograd

Univerzitet u Beogradu – Matematički fakultet

Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd

Ekonomski institut, Beograd

Društvo operacionih istraživača Srbije

Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Institut Mihajlo Pupin, Beograd

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Univerzitet u Banjoj Luci

## PROGRAMSKI ODBOR / PROGRAMME COMMITTEE

Zorica Mladenović, EF, Beograd, predsednik

Milan Dražić, MF, Beograd

Dragan Urošević, MI SANU, Beograd

Vule Aleksić, VGGŠ, Beograd

Mirjana Čangalović, FON, Beograd

Goran Ćirović, FTN, Novi Sad

Ivan Nikolić, EI, Beograd

Tatjana Davidović, MI SANU, Beograd

Branka Dimitrijević, SF, Beograd

Rade Doroslovački, FTN, Novi Sad

Boban Đorović, UO, Beograd

Đorđe Dugošija, UNP, Novi Pazar

Radoje Banković, VGI, Beograd

Irena Janković, EF, Beograd

Jelena Kočović, EF, Beograd

Nenad Mladenović, MI SANU, Beograd

Vera Kovačević-Vujčić, FON, Beograd

Jozef Kratica, MI SANU, Beograd

Đuro Kutlača, IMP, Beograd

Marija Kuzmanović, FON, Beograd

Duško Letić, TFZR, Zrenjanin

Dragana Makajić-Nikolić, FON, Beograd

Milan Martić, FON, Beograd

Igor Miljanović, RGF, Beograd

Snežana Mitrović, VGGŠ, Beograd

Feđa Netjasov, SF, Beograd

Dragan Nikolić, VGGŠ, Beograd

Dalibor Petrović, MO RS

Nataša Petrović, FON, Beograd

Slavica Petrović, EF, Kragujevac

Željko Praštalo, RGF, Beograd

Ljubiša Preradović, AGGF, Banja Luka

Dragan Radojević, IMP, Beograd

Aleksandar Savić, MF, Beograd

Gordana Savić, FON, Beograd

Milica Šelmić, SF, Beograd

Stanko Stanić, EF, Banja Luka

Zorica Stanimirović, MF, Beograd

Milan Stanojević, FON, Beograd

Milorad Stanojević, SF, Beograd

Dušan Starčević, FON, Beograd

Dejan Stojković, MO RS

Milija Suknović, FON, Beograd

Milorad Vidović, SF, Beograd

Mirko Vujošević, FON, Beograd

Katarina Vukadinović, SF, Beograd

Daniel Aloise, Polytechnique Montreal, Canada

Abdelhakim Artiba, Université Polytechnique  
Hauts-de-France, France

Emilio Carrizosa, University of Sevilla, Spain

Abraham Duarte, Universidad Rey Juan Carlos,  
Spain

Anton Eremeev, Omsk Branch of Sobolev  
Institute of Mathematics, Russia

Laureano Escudero, Universidad Rey Juan  
Carlos, Spain

Saïd Hanafi, INSA Hauts-de-France, France

Miroslav Hudec, University of Economics,  
Bratislava, Slovakia

Yuri Kochetov, Sobolev Institute of Mathematics,  
Russia

Martine Labbé, Université Libre de Bruxelles,  
Belgium

Belén Melián Batista, University La Laguna,  
Spain

Athanasios Migdalas, Luleå University of  
Technology, Sweden

José A. Moreno-Perez, University of La Laguna,  
Spain

Markos Papageorgiou, Technical University of  
Crete, Greece

Günther Raidl, Vienna University of Technology,  
Austria

Saïd Salhi, University of Kent, United Kingdom

Marc Sevaux, Université de Bretagne-Sud, France

Angelo Sifaleras, University of Macedonia, Greece

Kenneth Sörensen, University of Antwerp,  
Belgium

## POČASNI PROGRAMSKI ODBOR / HONORARY PROGRAMME COMMITTEE

Marko Andrejić, VA, Beograd	Gradimir Milovanović, SANU, Niš
Marko Backović, EF, Beograd	Spasoje Mučibabić, MO RS
Vladan Batanović, IMP, Beograd	Ilija Nikolić, FGM, Beograd
Siniša Borović, FMMS, Beograd	Endre Pap, Univerzitet Singidunum, Beograd
Obrad Čabarkapa, MO RS	Zoran Ognjanović, MI SANU, Beograd
Dragoš Cvetković, SANU, Beograd	Serafim Opricović, GF, Beograd
Branislav Đorđević, GF, Beograd	Radivoj Petrović, IMP, AINS, Beograd
Slobodan Guberinić, IMP, Beograd	Milan Rakić, IMP, Beograd
Aleksandar Ilić, MO RS	Slobodan Vujić, RI, Beograd
Mitar Kovač, MO RS	Svetozar Vukadinović, SF, Beograd
Slobodan Krčevinac, FON, Beograd	Jovo Vuleta, EF, Beograd
Katalin Mesaroš, EF, Subotica	Tomislav Zečević, EF, Beograd
Miodrag Mihaljević, MI SANU, Beograd	

## ORGANIZACIONI ODBOR / ORGANIZING COMMITTEE

Dragan Azdejković, predsednik, Univerzitet u Beogradu – Ekonomski fakultet, predsednik  
 Irena Janković, Univerzitet u Beogradu – Ekonomski fakultet  
 Đorđe Stakić, Univerzitet u Beogradu – Ekonomski fakultet  
 Emilija Maksimović, Univerzitet u Beogradu – Ekonomski fakultet

## NOSIOCI POVELJE ZA ZASLUGE U RAZVOJU OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA / ACKNOWLEDGEMENT FOR MERITS IN DEVELOPMENT OF OPERATIONAL RESEARCH

Božidar Kraut (1983)	Vlastimir Matejić (2000)
Alojzij Vadnal (1983)	Mirko Vujošević (2000)
Dragoslav Marković (1983)	Siniša Borović (2001)
Branislav Ivanović (1984)	Tomislav Zečević (2001)
Ljubomir Martić (1984)	Slobodan Vujić (2003)
Radivoj Petrović (1984)	Dragan Radojević (2006)
Jovan Petrić (1988)	Mirjana Čangalović (2010)
Sanjo Zlobec (1990)	Nenad Mladenović (2010)
Radoslav Stanojević (1991)	Spasoje Mučibabić (2010)
Svetozar Vukadinović (1993)	Milan Martić (2012)
Slobodan Krčevinac (1993)	Dragoš Cvetković (2013)
Slobodan Guberinić (1993)	Đorđe Dugošija (2017)
Jovo Vuleta (1993)	Goran Ćirović (2017)
Vera Kovačević-Vujčić (1998)	Milorad Vidović (2019)
Dušan Teodorović (1998)	Dragan Urošević (2021)

THE INFLUENCE OF INTERNET PLATFORMS FOR COMMUNICATION ON LEARNING AND EDUCATION OUTCOMES .....	299
<i>Aleksandra Zečević, Đorđe Stakić</i>	
TRANSFORMACIJA LOGIČKE SCHEME BAZE PODATAKA: OD RELACIONOG (T-SQL) MODELA DO DOKUMENTACIONO-ORIJENTISANOG (MONGODB).....	305
<i>Nemanja Radulović, Tatjana Stojanović, Saša D. Lazarević</i>	

## **ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ / RESEARCH AND DEVELOPMENT 311**

GAPS AND NEEDS ANALYSIS OF RESEARCH INFRASTRUCTURES IN THE WESTERN BALKAN REGION .....	313
<i>Lazar Živković, Đuro Kutlača</i>	
MERENJE EFIKASNOSTI NACIONALNIH SISTEMA ZASNOVANO NA TRIPLE HELIX MODELU .....	319
<i>Milica Jovanović, Gordana Savić, Maja Levi-Jakšić, Milan Martić</i>	
PRILOG METODOLOGIJI PRAĆENJA REALIZACIJE 4S – POUKE PRAKSE EU.....	321
<i>Dušica Semenčenko, Đuro Kutlača</i>	
THE ROLE OF SMART SPECIALISATION STRATEGY IN ECONOMIC RECOVERY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE POST COVID-19 ERA .....	327
<i>Dijana Štrbac, Nikola Vasilić</i>	

## **KOMBINATORNA OPTIMIZACIJA / COMBINATORIAL OPTIMIZATION 333**

A REVERSE RANDOMIZED GREEDY ALGORITHM FOR THE MINIMUM POSITIVE INFLUENCE DOMINATING SET PROBLEM IN SOCIAL NETWORKS .....	335
<i>Kristina Kostić, Zorica Stanimirović</i>	
HYBRID OPTIMIZATION ALGORITHMS BASED ON GREEDY HEURISTICS AND THE BRANCH-AND-BOUND METHOD FOR LOGICAL ANALYSIS OF DATA .....	341
<i>Igor Masich, Lev Kazakovtsev, Alena Stupina, Ekaterina Kraeva</i>	
NEW IDEAS TO SPEED-UP FLOYD-WARSHALL SHORTEST PATHS ALGORITHM .....	343
<i>Giuseppe Lancia, Franca Rinaldi</i>	
THE CHOICE OF HEURISTICS FOR FORMATION OF PARTIAL LOGICAL RULES IN THE METHOD OF LOGICAL ANALYSIS OF DATA .....	349
<i>Roman Kuzmich, Alena Stupina, Katerina Ponomareva, Vladislav Stasiuk</i>	

## **LOGISTIKA I LANCI SNABDEVANJA / LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 355**

AN APPROACH TO OPTIMAL SCHEDULING OF COLLECTION VEHICLES FOR CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE .....	357
<i>Milorad Vidović, Nenad Bjelić, Branislava Ratković</i>	
APPLICABILITY OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN LOGISTICS CENTERS.....	363
<i>Snežana Tadić, Smiljka Miškić, Željko Stević, Mladen Krstić</i>	
DEFINISANJE SKUPA FAZI PRAVILA U FAZI SISTEMU ZA IZBOR SNABDEVAČA.....	369
<i>Gordana Radivojević, Milica Mitrović, Dražen Popović</i>	

## Analiza simetrije u ekonomskom sistemu pre, tokom i posle ekonomske krize primenom teorije grafova Symmetry analysis of economic system before, during, and after economic crisis using graph theory

VOJIN STEVIĆ<sup>1</sup>, MARIJA RAŠAJSKI<sup>2</sup>, MARIJA MITROVIĆ DANKULOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Bulevar Kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija; voj.in.stevic@gmail.com

<sup>2</sup> Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Bulevar Kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija; rasajski@etf.bg.ac.rs

<sup>3</sup> Institut za fiziku u Beogradu, Univerzitet u Beogradu, Pregrevica 118, 11080 Beograd, Srbija; mitrovic@ipb.ac.rs

**Rezime:** Ekonomske krize utiču na sve aspekte naših života. Razumevanje kako one nastaju i otkrivanje ranih indikatora njihovog nastanka su od velike važnosti. Dinamika i funkcija bilo kog ekonomskog sistema je usko vezana za strukturu mreže interakcija između njegovih gradivnih elemenata. U ovom radu, koristimo teoriju grafova i grupe automorfizama da analiziramo promenu simetrije u ekonomskom sistemu usled njegovog prolaska kroz krizu. Mreža interakcija između firmi u finansijskom sektoru Sjedinjenih Američkih Država ima visok stepen simetrije pre, tokom i posle krize. Simetrija mreže tokom krizne godine je manja nego simetrija mreža pre i posle krize. Naši rezultati doprinose boljem razumevanju evolucije ekonomskih sistema.

**Ključne reči:** teorija grafova, automorfizmi, kompleksne mreže, vremenske serije, ekonomski kompleksni sistemi

**Abstract:** Economic crises influence every aspect of our lives. Understanding how they emerge and detecting their early signs is of utmost importance. The dynamics and function of any economic system are closely related to the structure of the network interactions between its constituents. In this work, we use graph theory and a group of automorphisms to analyze the change of symmetry in the economic system due to the economic crisis. We show that the network of financial USA companies has a high level of symmetry before, during, and after the 2008 economic crisis. We show that the symmetry of the network is lower during the economic crisis than before and after. Our results contribute to a better understanding of the evolution of economic systems.

**Keywords:** graph theory, automorphism, complex networks, time series; complex economic systems

### 1. UVOD

Ekonomski sistem se sastoji od velikog broja interagujućih heterogenih elemenata, čije kolektivno ponašanje ne može da se predvidi na osnovu pojedinačnog ponašanja ovih elemenata. Stoga, interakcije u ekonomskim sistemima imaju vrlo važnu ulogu [1, 2]. Razumevanje dinamike i funkcije ekonomskih sistema je usko povezano sa razumevanjem strukture i dinamike mreže interakcija. Teorija grafova i teorija kompleksnih mreža pružaju vrlo bitne metode i alate za izučavanje evolucije ekonomskih sistema [3].

Ekonomski sistemi nisu statični. Oni konstantno evoluiraju i prolaze kroz faze rasta, krize i recesije [4]. Sve ove faze imaju ogroman uticaj na pojedince i ljudsko društvo [4]. Stoga je neophodno da se razume kako se evolucija mreže interakcija menja tokom ovih različitih faza i da li se na osnovu promene strukture mreže interakcija mogu predvideti trenuci kada sistem prelazi iz jedne u drugu fazu.

Jedna od važnih strukturnih osobina kompleksnih mreža je njihova simetričnost u odnosu na permutacije koje ne menjaju matricu povezanosti. U radu [5] je dat pregled različitih metoda za ispitivanje simetrije u grafovima među kojima se navodi i grupa automorfizama grafa kao jedan od metoda. Zastupljenost simetrije u realnim sistemima, određivanje uzroka simetrije i poređenje uzroka među realnim sistemima koristeći metod grupe automorfizama grafa je prikazan od radu [6]. U ovom radu je pokazan određen stepen univerzalnosti velike zastupljenosti simetrije u realnim sistemima kroz potvrđivanje u različitim realnim sistemima kao što je genetska struktura ljudske T ćelije, internet mreža i elektroenergetska mreža. U radu [7] je grupa automorfizama korišćena za ispitivanje simetrije u međunarodnoj trgovinskoj mreži.



U ovom radu su korišćene metode koje se oslanjaju na algebru, kombinatoriku i teoriju grafova kako bi se analizirala simetričnost mreže interakcija u ekonomskom sistemu. Simetričnost predstavlja nepromenljivost sistema u odnosu na određenu transformaciju koja u ovom slučaju znači permutaciju čvorova ali tako da se susednost među čvorovima ne promeni. Za ispitivanje simetričnosti koristili smo grupe automorfizama grafa, pri čemu je veličina grupe automorfizama pokazatelj stepena simetrije u ekonomskom sistemu.

U ovom radu posmatrali smo ekonomski sistem sačinjen od američkih kompanija koje se bave finansijskim poslovima kao što je bankarstvo, osiguranje, investicioni fondovi. Struktura ekonomskog sistema je posmatrana kao graf dobijen na osnovu korelacija između vremenskih serija cena akcija ovih kompanija na berzi. Posmatrane su mreže za tri različite godine koje odgovaraju periodu pre krize, 2005, godina krize, 2008, i godina posle krize kada je krenuo oporavak ekonomskog sistema, 2015. Za svaku od ove tri mreže odredili smo veličine grupe automorfizama. Rezultati ovog rada potvrđuju veliku zastupljenost simetrije u posmatranom ekonomskom sistemu. Pored toga, pokazali smo da je ekonomski sistem u kriznom periodu okarakterisan smanjenom simetričnošću u odnosu na period pre i posla krize.

Ovaj rad je organizovan na sledeći način. U sekciji 2 prikazan je pregled definicija i korišćene metodologije. U sekciji 3 su prikazani rezultati analize, dok su zaključci rada prikazani u sekciji 4.

## 2. METODOLOGIJA

### 2.1. Definicija grafa

Prema definiciji D. Cvetkovića i S. Simića iz [8], ukoliko je  $v$  neprazan skup i  $e$  binarna relacija u  $v$ , uređen par  $G = (V, E)$  se naziva graf. Čvorovi grafa su elementi skupa  $V$ , dok su veze elementi skupa  $E$ . Graf je neorjentisan ili simetričan ukoliko je  $E$  simetrična relacija, a to znači da je  $xEy = yEx$ . U ovom radu ćemo raditi sa neorjentisanim grafovima i zvaćemo ih prosto grafovima imajući u vidu da se podrazumeva neorjentisani graf. Broj elemenata skupa  $V$ , odnosno broj čvorova ćemo obeležavati sa  $N$ , a broj elemenata skupa  $E$ , odnosno broj veza sa  $L$ . Za graf ćemo koristiti oznaku  $G$ .

Sused čvora  $i$  je čvor spojen jednom vezom sa čvorom  $i$ . Broj suseda se označava kao stepen čvora  $i$ . Podgraf  $g(v, e)$  grafa  $G$  se definiše kao graf koji sadrži podskup čvorova grafa  $G$  dok veze između tih čvorova odgovaraju vezama u grafu  $G$  i podskup su skupa  $E$ , odnosno  $v \subset V$  i  $e \subset E$ . Za podgraf  $g$  grafa  $G$  se još kaže da je to podgraf koji je indukovano skupom čvorova  $n$ , gde su sve veze između čvorova  $n$  u grafu  $G$ , ne uključujući veze sa čvorovima van tog skupa, sadržane u podgrafu  $g$ .

Put koji povezuje čvor  $i$  sa čvorom  $j$  je niz susednih veza između ta dva čvora, tako da prva veza u nizu počinje u čvoru  $i$ , dok se poslednja veza u nizu završava u čvoru  $j$ . Susedne veze su one koje imaju zajednički čvor. Ukoliko se kroz svaki čvor u putu ne prolazi više od jednom, taj put se naziva elementarni put. Najkraći put između dva čvora u grafu je onaj koji sadrži najmanji broj veza.

Za graf se kaže da je povezan ukoliko se svaka dva čvora mogu povezati putem, u suprotnom se kaže da je nepovezan. Nepovezan graf se sastoji od komponenti povezanosti, odvojenih delova grafa, koje predstavljaju podgrafove u okviru kojih se svaka dva čvora mogu spojiti putem.

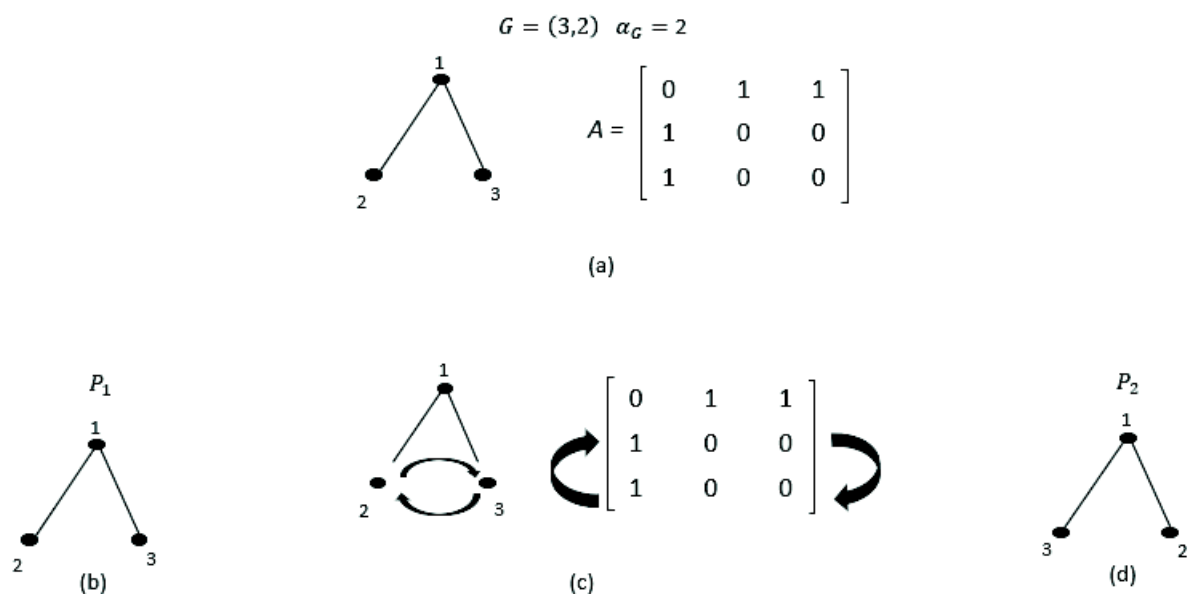
Za predstavljanje grafa se koristi matrica susedstva,  $A$ , koja jednoznačno određuje graf. Matrica susedstva je kvadratna matrica gde su oznake vrsta i kolona jednake oznakama čvorova. Elementi matrice susedstva  $a_{i,j}$  mogu biti jednaki 0 ili 1 u zavisnosti da li postoji veza između čvorova  $i$  i  $j$ .

### 2.2. Izomorfizam grafova. Automorfizam i grupe automorfizama

**Definicija 1.** Dva grafa su izomorfna ako postoji uzajamno jednoznačno preslikavanje skupa njihovih čvorova koje održava susednosti čvorova.

Dakle, za proizvoljna dva grafa  $G_1 = (V_1, E_1)$  i  $G_2 = (V_2, E_2)$  kažemo da su izomorfni ako i samo ako postoji bijektivno preslikavanje  $\varphi$  skupa  $V_1$  na skup  $V_2$  za koje važi

$$(\forall a, b \in N_1)((a, b) \in L_1 \Leftrightarrow (\varphi(a), \varphi(b)) \in L_2)$$



**Slika 1** Primer grupe automorfizama jednostavnog grafa sa tri čvorova

Ukoliko posmatramo izomorfizam grafa  $G$  na samog sebe, odnosno izvršimo permutaciju čvorova tako da zadržimo osobine navedne u definicijama više, dobijamo graf koji se naziva automorfizam grafa  $G$ . Dakle, uočavamo da automorfizam predstavlja permutaciju čvorova u grafu  $G$ . Skup svih automorfizama predstavlja grupu koja se naziva grupa automorfizama grafa  $G$  i označavamo je sa  $Aut(G)$ . Osobina koju ispitujemo u ovom radu jeste veličina grupe automorfizama odnosno broj svih permutacija grafova tako da se zadržava određena osobina a to je matrica susedstva. Veličinu grupe označavamo sa  $\alpha_G$ . U sledećem pasusu je dat razlog zašto zadržavamo matricu susedstva a ne samo strukturu grafa.

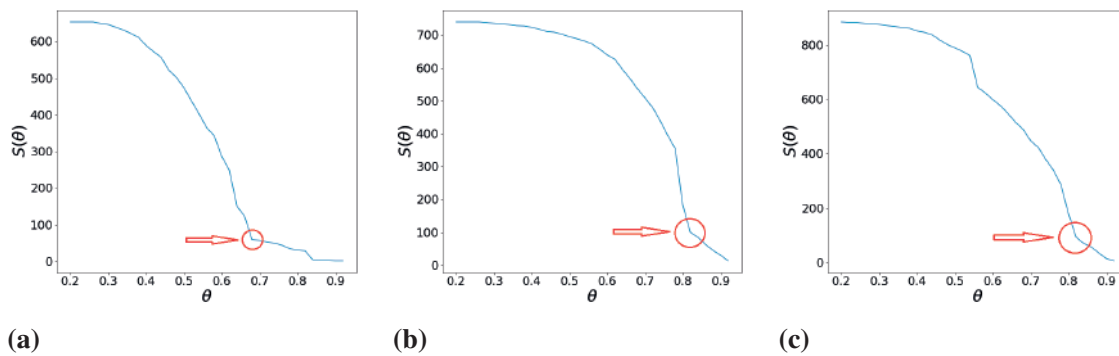
Posmatrajući automorfizme pri kojima se samo struktura grafa održava, a matrice susedstva mogu biti različite, je isto što i promena oznaka čvorova. Broj takvih izomorfizama je  $N!$ , gde je  $N$  broj čvorova grafa i isti je za svaki graf sa  $N$  čvorova. Dakle, veličina grupe u tom slučaju zavisi samo od broja čvorova i ne zavisi od strukture grafa. Međutim, u ovom radu se ispituje prisutnost simetrije u realnim sistemima. Ta simetrija je posmatrana kroz broj permutacija čvorova odnosno veličinu grupe automorfizama tako da se matrica susedstva ne menja. U ovom slučaju veličina grupe automorfizama zavisi od strukture grafa, ne samo od broja čvorova, i razlikuje se za svaki graf. Ono što je zanimljivo jeste da je simetrija, definisana na ovaj način, zastupljena u realnim sistemima. U ovom radu se takođe ispituje prisutnost simetrije u ekonomskom sistemu kao realnom sistemu.

### 2.3. Grupe automorfizama grafova sa malim brojem čvorova

Automorfizme jednog grafa dobijamo tako što fiksiramo oznake čvorova, a zatim menjamo mesta čvorovima u grafu tako da se ne promeni matrica susedstva. Ovo je ekvivalentno zameni mesta vrstama ili kolonama u matrici susedstva koji odgovaraju tim čvorovima tako da je krajnji rezultat nepromenjena matrica susedstva. Na jednostavnom primeru na slici 1 grafa od tri čvorova ćemo prikazati grupu automorfizama.

Na slici 1a je prikazan originalni graf  $G$  i njegova matrica susedstva. Veličina grupe automorfizama  $Aut(G)$  je jednaka 2 tj.  $\alpha_G = 2$ . Dakle, grupa sadrži dve permutacije koje imaju istu matricu susedstva kao originalni graf. Na slici 1b je prikazana jedna takva permutacija koja predstavlja identičko preslikavanje. Druga permutacija je slikovito prikazana na slici 1c. Dakle, vidimo da automorfizam odnosno permutaciju možemo posmatrati kao da otkačinjemo čvorove iz svoje pozicije i kačimo ih na mesto čvorova sa kojim vršimo zamenu. Takođe se na istoj slici vidi da se zamenom vrsta koje označavaju čvorove u matrici susedstva ne menja matrica susedstva. Na slici 1d je prikazana rezultujuća druga permutacija u oznaci  $P_2$  kao element grupe automorfizama  $Aut(G)$ . Dakle, naša grupa je  $Aut(G) = \{P_1, P_2\}$ .

Primetimo da postoje čvorovi koji ne učestvuju u permutaciji odnosno ne menjaju svoju poziciju ni u



**Slika 2** Zavisnost broja čvorova u najvećoj komponenti povezanosti u grafu,  $S$ , od praga,  $\theta$ . Slike (a), (b) i (c) prikazuju zavisnost za godine 2005, 2008 i 2015, respektivno.

jednom automorfizmu u okviru grupe. Takav čvor je čvor sa oznakom 1. Prema radu [7] razlikuje se lokalna i globalna simetrija prema broju čvorova koji učestvuju u permutaciji odnosno automorfizmu. Naime, ukoliko je automorfizam posledica zamene mesta čvorova kao u primeru na slici 1, onda se radi o lokalnom automorfizmu jer samo dva čvorova učestvuju u permutaciji. Međutim, postoje permutacije za koje je neophodno permutovati istovremeno sve čvorove kako bi se dobio automorfizam. Takva vrsta automorfizama se naziva globalna simetrija.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Opis mreža

Podaci koji su korišćeni u radu predstavljaju vremenske serije dnevnih cena deonica kompanija posmatranih u periodu od godinu dana. Odabrane su tri godine: 2005, 2008 i 2015. Preuzeti su sa sajta yahoo/finance i javno su dostupni. Kompanije su iz finansijskog sektora koje su prisutne na njujorškoj berzi i ima ih ukupno 653 za godinu 2005, 740 za godinu 2008 i 884 za godinu 2015. Poslove obavljaju u Severnoj Americi, a obuhvataju sledeće kategorije kompanija: investicione banke, banke koje posluju sa stanovništvom, fondovi koji investiraju u hartije od vrednosti, fondovi koji investiraju u nepokretnosti, lokalni investicioni fondovi. Dnevne cene predstavljaju cene koje su ostvarene na kraju radnog vremena berze i koje su korigovane tako da se ukloni efekat razvodnjavanja vrednosti zbog prodaje novih deonica, kao i zbog isplate dividendi.

S obzirom da preuzeti podaci sadrže trend, uklonjen je trend u svakoj vremenskoj seriji kako bi se dobile vremenske serije koje predstavljaju fluktuaciju kao posledicu pojedinačnog ponašanja kompanije, a ne posledicu zajedničkog faktora prisutnog kod svih kompanija. U cilju uklanjanja trenda korišćen je metod opisan u [9]. Na osnovu detrendovanih vremenskih serija, izračunati su korelacioni koeficijenti kao u radu [10]. Na ovaj način je dobijena korelaciona matrica  $\hat{\rho}_{X,Y}$ . Kako bismo dobili matricu susedstva koja jednoznačno određuje graf, primenjujemo metod praga na osnovu koga veza između dva čvorova postoji ukoliko je absolutna vrednost ocenjenog korelacionog koeficijenta između ta dva čvorova veća od zadatog praga. Element  $A_{i,j}$  matrice susedstva dobijamo na sledeći način:

$$A_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{ako važi } |\hat{\rho}_{i,j}| > \theta \\ 0 & \text{ako važi } |\hat{\rho}_{i,j}| \leq \theta \end{cases} \quad (1)$$

gde je  $\theta$  vrednost praga. Vrednost praga  $\theta$  određujemo tako što posmatramo zavisnost broja čvorova u najvećoj komponenti povezanosti u grafu,  $S$ , od vrednosti praga. Najveća komponenta povezanosti je komponenta povezanosti koja sadrži najveći broj čvorova [11]. Zavisnost je prikazana na slici 2, gde je na slici 2a prikazana zavisnost koja odgovara godini 2005, na slici 2b godini 2008 i na slici 2c godini 2015.

Za vrednost  $\theta = 0$ , posmatrana mreža je potpuno povezan graf sa vezama između svih čvorova. Kako povećavamo vrednost praga  $\theta$  tako odbacujemo sve veći broj veza, a dobijena mreža u jednom trenutku postaje nepovezana, odnosno sadrži više od jedne komponente. Najveća od tih komponenti sadrži najveći procenat čvorova u mreži. Kako povećavamo  $\theta$  tako i veličina najveće komponente  $S$  opada, sve dok njena veličina ne

postane slična veličinama ostalih komponenti. Tačke u kojima se ovo dešava su obeležene crvenom bojom na slici 2. Komponente koje se dobijaju u navedenim tačkama se odlikuju istom ekonomskom delatnošću. Prema tome, najjače veze u grafu, odnosno veze koje imaju najveći koeficijent korelacije jesu one unutar komponenti. Dakle, za navedene tačke praga dobijamo graf koji predstavlja jezgro ekonomskog sistema okarakterisanom jasno razdvojenim ekonomskim kategorijama kroz izdvajanje komponenti. Drugim rečima, dobijamo kostur na koji ukoliko želimo, dalje dodajemo veze unutar i van zajednica smanjivanjem praga i uključivanjem slabijih veza u sistem.

Međutim, mi u ovom radu hoćemo da ispitamo da li postoji simetrija u jezgru ekonomskog sistema. A upravo navedeni pragovi predstavljaju minimalne vrednosti  $\theta$  za koje se dobija maksimalni graf koje predstavlja jezgro odnosno dobijamo jezgro kod koga nisu isključene veze unutar komponenti. Baš te tačke su izabrane jer ukoliko bismo smanjivali dalje prag, uključili bismo veze van komponenti. U slučaju da povećamo prag, izgubili smo veze odnosno informacije iz jezgra.

U tabeli 1: prikazani su rezultati veličina grupa automorfizama za grafove dobijenih za godine 2005, 2008, i 2015. Prema dobijenim rezultatima možemo najpre uočiti veliku zastupljenost simetrije u ekonomskom sistemu u svakoj godini na osnovu veličine grupe automorfizama.

Daljim istraživanjem bi se trebalo ispitati uzrok velike zastupljenosti simetrije u ekonomskom sistemu. U radu [6] je predstavljeno određivanje generatora simetrije u realnim sistemima. Drugim rečima, ispitati da li se radi o lokalnoj ili globalnoj simetriji. Ukoliko su lokalne simetrične strukture glavni uzrok velike zastupljenosti simetrije u ekonomskom sistemu, potrebno je uočiti koje su to strukture i koliko različitih takvih struktura postoji u sistemu. Na primer, ukoliko se ispostavi da je struktura zvezde pristutna u velikoj meri i predstavlja glavni generator simetrije u sistemu, to bi značilo da se jezgro ekonomskog sistema formira tako što se ista lokalna struktura ponavlja u celom sistemu, čime bismo nastanak ili evoluciju ekonomskog sistema sveli na formiranje lokalne strukture zvezde. S obzirom da struktura zvezde predstavlja strukturu vođe i njegovih sledbenika, to bi moglo da znači da se ekonomski sistem formira tako što se oko vođa u sistemu vezuju sledbenici, odnosno isti mikro proces se ponavlja na ceo sistem.

Empirijski graf - godina i prag	Broj čvorova	Broj veza	Veličina grupe automorfizama
Godina 2005, prag 0.68	185	973	$7.58 \times 10^{22}$
Godina 2008, prag 0.82	286	2,092	$1.46 \times 10^{14}$
Godina 2015, prag 0.82	290	1,494	$1.35 \times 10^{30}$

**Tabela 1:** Grupe automorfizama empirijskog grafa u godinama 2005, 2008 i 2015 i za prag  $\theta$  koji rezultuje u jezgru ekonomskog sistema

Drugi rezultat ovog rada se odnosi na smanjenu simetriju u ekonomskom sistemu u kriznom periodu koja se može uočiti u tabeli 1.: Naime, vidimo da je veličina grupe automorfizama najmanja u godini 2008 u odnosu na godine pre krize i posle krize. Iako je poređenje empirijskih grafova otežano zbog različitih veličina grafova, odnosno zbog različitog broja čvorova, smanjena simetrija se može tvrditi za godinu 2008 iz sledećih razloga: iako u godini 2005 postoji manji broj čvorova što implicira manji potencijal za simetriju, veličina grupe automorfizama je veća. Dakle, ekonomski sistem u godini 2005 jeste simetričniji u odnosu na godinu 2008. Takođe, u godini 2015 broj čvorova je sličan broju čvorova u godini 2008, međutim veličina grupe automorfizama je značajno veća. Što se tiče tumačenja rezultata smanjenje simetrije u kriznom periodu, takođe je, kao i kod prvog rezultata ovog rada, neophodno sprovesti dalje istraživanje u cilju uvida u generatore simetrije ekonomskog sistema.

Empirijski graf - godina i prag	Broj čvorova	Broj veza	Veličina grupe automorfizama
Godina 2005, prag 0.66	211	1,211	$2.93 \times 10^{18}$
Godina 2008, prag 0.78	368	4,154	$2.2 \times 10^6$
Godina 2015, prag 0.78	401	3,279	$7.28 \times 10^{35}$

**Tabela 2:** Grupe automorfizama empirijskog grafa u godinama 2005, 2008 i 2015 i za maksimalni prag  $\theta$ .

U cilju provere da li bi se simetrija zadržala ukoliko bismo smanjili prag tako da uključivanjem slabijih veza ostvarimo povezivanje komponenti, rezultati veličine grupe automorfizama su prikazani u tabeli 2.:

Smanjivanjem praga, uključili smo više čvorova u sistem, uključili smo veze između komponenti, koje su sada postale zajednice jer su se povezale sa najvećom komponentom, i povećali broj veza unutar zajednica. Prema podacima u tabeli 2:, oba dobijena rezultata prethodno navedena, velika zastupljenost simetrije i smanjivanje simetrije u kriznom periodu, su i ovde potvrđena.

#### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je korišćena teorija grafova za analizu simetrije u mreži interakcija realnog ekonomskog sistema. Simetrija je ispitivana kroz analizu automorfizama realnog grafa. Veličina grupe automorfizama je korišćena za ispitivanje nivoa zastupljenosti simetrije u sistemu. Automorfizam kao permutacija jeste bijektivno preslikavanje, te mi ispitujemo do koje mere je sistem nepromenljiv u odnosu na primenjenu transformaciju. Ovo nam je značajno jer nam pomaže u razumevanju nastanka strukture realnih sistema. Na primer, ukoliko je utvrđena velika zastupljenost simetrije u sistemu i uzrok tome je mirkostuktura sa malim brojem čvorova koja se ponavlja kroz ceo sistem, nastanak strukture realnog sistema se može svesti na nastanak te mikrostrukture.

Ispitivanje simetrije je sprovedeno na ekonomskom sistemu kao predstavniku realnog sistema. Pokazano je da mreže interakcija ekonomskog sistema imaju visok stepen simetrije. U naučnoj literaturi je potvrđena pristutnost simetrije u nekoliko različitih realnih sistema kao što je genetska struktura ljudske T ćelije, internet mreže i elektro-energetske mreže, te se doprinos ovog rada ogleda u potvrđivanju univerzalnosti zastupljenosti simetrije u realnim sistemima. Takođe je uočeno da se pri promeni stanja ekonomskog sistema menja i stepen zastupljenosti simetrije u sistemu odnosno da je u kriznom periodu ekonomski sistem manje simetričan nego van kriznog perioda. Dalja istraživanja u ovom smeru uključuju ispitivanje uzroka simetrije u ekonomskom sistemu. Na ovaj način bi se uočili generatori simetrije u ekonomskim sistemima, koji mogu biti lokalni i globalni, kao i stepen njihovog učešća u stvaranju simetrije sistema. Njihovom spoznajom bi se doprinelo boljem razumevanju evolucije ekonomskog sistema.

#### LITERATURA

- [1] Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., and Hwang, D.-U. (2006). Complex networks: Structure and dynamics. *Physics reports*, 424(4-5), 175-308.
- [2] Barabási, A.-L. (2016). *Network science*. Cambridge university press.
- [3] Cvetković, D. and Simić, S. (1990). *Diskretna matematika: matematika za kompjuterske nauke*. Naučna knjiga.
- [4] Stiglitz, J. E. (2010). *Freefall: America, free markets, and the sinking of the world economy*. WW Norton & Company.
- [5] Garlaschelli, D., Ruzzenenti, F., and Basosi, R. (2010). Complex networks and symmetry i: A review. *Symmetry*, 2(3), 1683-1709.
- [6] MacArthur, B. D., Sánchez-García, R. J., and Anderson, J. W. (2007). On automorphism groups of networks. *arXiv preprint arXiv:0705.3215*.
- [7] Wang, H., Yan, G., and Xiao, Y. (2009). Symmetry in world trade network. *Journal of Systems Science and Complexity*, 22(2), 280-290.
- [8] Cvetkovic, D. and Simic, S. (2002). *Odabrana poglavlja iz diskretne matematike (chosen chapters from discrete mathematics)*. Akademska misao, Belgrade.
- [9] Peng, C.-K., Buldyrev, S. V., Havlin, S., Simons, M., Stanley, H. E., and Goldberger, A. L. (1994). Mosaic organization of dna nucleotides. *Physical Review E*, 49(2), 1685.
- [10] Mitrović Dankulov, M., Tadić, B., and Melnik, R. Analysis of worldwide time-series data reveals some universal patterns of evolution of the sars-cov-2 pandemic. *Frontiers in Physics* 10, 936618.
- [11] Živković, J., Tadić, B., Wick, N., and Thurner, S. (2006). Statistical indicators of collective behavior and functional clusters in gene networks of yeast. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 50(1-2), 255–258.

The Fifth Conference on Information Theory and Complex Systems  
TINKOS 2017

# BOOK OF ABSTRACTS

Editors: Velimir Ilić and Miomir Stanković



Belgrade, Serbia, November 9-10, 2017  
Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts

**The Fifth Conference on  
Information Theory and Complex Systems  
TINKOS 2017**

Belgrade, Serbia, November 9-10, 2017

**BOOK OF ABSTRACTS**

Editors: Velimir Ilić and Miomir Stanković



Република Србија  
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ  
РАЗВОЈА

The conference is organized by  
the Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts  
under auspices of  
the Ministry of Education, Science and Technology Development  
of the Republic of Serbia

## CONFERENCE PROGRAM COMMITTEE

Miroslav Ćirić, FSM, Niš, Serbia  
Branko Dragović, IF, Belgrade, Serbia  
Miroljub Dugić, FSM, Kragujevac, Serbia  
Elsa Dupraz, TB, Brest, France  
Ivan Djordjević, UA, Tucson, USA  
Velimir Ilić, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Predrag Ivaniš, ETF, Belgrade, Serbia  
Venceslav Kafedžiski, FEEIT, Skopje, Macedonia  
Miodrag Mihaljević, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Marija Mitrović-Dankulov, IF, Belgrade, Serbia  
Zoran Ognjanović, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Milan Rajković, INSV, Belgrade, Serbia  
Miomir Stanković, FOS, Niš, Serbia  
Bosiljka Tadić, JSI, Ljubljana, Slovenia  
Branimir Todorović, FSM, Niš, Serbia  
Bane Vasić, UA, Tucson, USA  
Lazar Velimirović, MI SASA, Belgrade, Serbia

## CONFERENCE ORGANIZATION COMMITTEE

Miloš Djurić, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Velimir Ilić, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Dr. Miloš Milovanović, MI SASA, Belgrade, Serbia  
Bojan Tomić, IMSI, Belgrade, Serbia  
Dr. Lazar Velimirović, MI SASA, Belgrade, Serbia

## THEMATIC FIELDS

Information theory  
Information transmission  
Complex networks  
Decision making in complex systems  
Stochastic processes  
Intelligent systems  
Bioinformatics  
Mathematical physics



## Content

Bojan M. Tomić, Milica M. Tomić	
<b>Complexity research in the humanities – recent examples</b>	<b>1</b>
Andjelka Hedrih, Katica (stevanovic) Hedrih	
<b>Mitotic spindle as complex structure: relation between spindle size and energy distribution</b>	<b>3</b>
Kristina Stevanović, Itana Nuša Bubanja , Jelena Maksimović, Branislav Stanković, Maja Pagnacco, Stevan Maćešić, Željko Čupić, Ljiljana Kolar-Anić	
<b>Bifurcation in the complex Bray-Liebhafsky oscillatory reaction as a function of the hydrogen-peroxide concentration</b>	<b>4</b>
Vanja Stepanović	
<b>Algebraicity of the co-domain lattice and related results on fuzzy set equations and inequations</b>	<b>6</b>
Momir Arsenijević	
<b>Kraus operators for a pair of interacting qubits: a case study</b>	<b>7</b>
J. Jeknić-Dugić, M. Dugić	
<b>On the concept of local time in quantum mechanics</b>	<b>8</b>
Miloš Milovanović	
<b>Dynamical identity of the Brouwer continuum</b>	<b>9</b>
Velimir Ilić	
<b>Some recent results concerning the Rényi entropy</b>	<b>11</b>
Predrag Stanimirović, Marko Petković, Miroslav Ćirić	
<b>GNN models for solving matrix equations</b>	<b>12</b>
Aleksandar Trokicić, Branimir Todorović	
<b>Error analysis of a kernel regression based on a randomized matrix approximation</b>	<b>14</b>
Branimir Todorović	
<b>Sequential adaptation of recurrent NARX neural network structure using derivative free bayesian filters</b>	<b>15</b>
Zoran Bojković, Dragorad Milovanović	
<b>Optimal slicing in wireless 5G networks</b>	<b>16</b>
Miroslav Ćirić, Jelena Ignjatović, Ivan Stanković	
<b>Positional analysis of multi-mode fuzzy networks</b>	<b>18</b>

Slobodan Maletić, Miroslav Andjlković, Milan Rajković <b>Topological counterpart for integration and differentiation in complex networks</b>	<b>20</b>
Miroslav Andjelković, Bosiljka Tadić, Zoran Levnajić, Biljana Mileva Boshkoska <b>High-dimensional structure phenomenon in social brain</b>	<b>21</b>
Marija Mitrović Dankulov, Jelena Smiljanić <b>Structure and dynamics of event-driven social groups</b>	<b>22</b>

# Structure and dynamics of event-driven social groups

Marija Mitrović Dankulov<sup>1,a</sup>, Jelena Smiljanić<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup>*Scientific Computing Laboratory, Center for the Study of Complex Systems,  
Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia* \*  
E-mail: <sup>a</sup>marija.mitrovic@ipb.ac.rs, <sup>b</sup>jelena.smiljanic@ipb.ac.rs

## Keywords

complex networks, social groups, event-driven dynamics

## Summary

A combination of methods and tools from complex networks theory, statistical physics and computer science has proven to be very successful approach for studying collective behavior in various social groups [2, 1, 5]. These techniques have enabled extensive studies of human activity patterns, social networks structure and dynamics, and thus provided a better understanding of mechanisms that underlie the emergence of collective behavior in online social groups. Here we demonstrate that similar approach can be used for studying and better understanding of principals behind the growth and evolution of offline event-driven communities. Although these groups have an important role in every society [7, 6], they have attracted less attention in past few decades mostly due to the lack of data. Their most significant feature is their event-driven dynamics, i.e., their members meet and build social connections during the events which are well localized in time and space. Recent research on several types of these groups [6, 7] have shown that dynamics of these groups is characterized with universal patterns of member's participations in group activities. We demonstrate this universality by analyzing the data from two different types of social groups: series of scientific conferences [6], which are representatives of event-driven professional social groups, and four leisure groups from Meetup platform [7]. The conference dataset includes six different series of conferences from various fields of science [6]: American Physical Society March Meeting (APSM), American Physical Society April Meeting, Society for Industrial and Applied Mathematics Annual Meetings, Neural Information Processing Systems Conference, International Conference on Supercomputing, and Annual International Conference on Research in Computational Molecular Biology. The Meetup dataset contains four large groups that belong to different categories and have different type of activit

[7]: Geamclt group is made of foodie thrill-seekers, VegasHiker (LVHK) group consists of hikers, Pittsburgh-free people search for free social events, and TechLife Columbus a technology-related community. Both datasets contain the detailed information about the members of the social group and organized events (conferences or meetups depending on the type of social group), as well as the attendance list for each event. This enables us to study in details the participation patterns for each of the six conferences and four Meetup social groups by calculating the probability distribution of the total number of attended events, the number of successive participations and the length of pauses between each two attended events by a member. What is striking is that all these distributions exhibit truncated power-law behavior with the value of power-law exponent between 1 and 2. In order to better characterize this universal participation dynamics, we model a probability for a member to attend the next event at time  $t + 1$  with non-linear Polya urn process

$$g(z(t)) = \frac{z(t)^p}{1 + z(t)^p}, \quad (1)$$

where  $z(t) = \frac{x(t)}{y(t)+y_0}$  is the ratio between the number of attended events  $x(t)$  by the event  $t + 1$  and number of missed events  $y(t)$  increased with the parameter that quantifies the openness of the social groups toward new members  $y_0$ . The narrow range of the value of parameters  $p$  and  $y_0$  for all six conference series and all four Meetup groups further confirms the universality of event-driven dynamics, and suggests that event-driven dynamics is strongly influenced by social factors, such as members association with the community and inclusiveness of social groups [6, 7].

The analysis of the evolution of ego-social networks of members of four Meetup groups further confirms these findings. We obtain these networks by mapping the data for each Meetup group onto a bipartite network of members and events, where the link between nodes  $i$  and  $j$  indicates the participation of member  $i$  in the event  $j$ .

\*The authors are supported by the Ministry of Education, Science, and Technological Development of the Republic of Serbia under projects ON171017

The social network between members of one Meetup group is obtained by projecting the appropriate bipartite network to members partition and filtering out the redundant links using the technique based on configuration model of random bipartite networks [3, 4]. We study the evolution of average local features of ego-networks, such as degree, strength, weighted and non-weighted clustering coefficient, with the number of attended events. Our results show that at the beginning of their engagement in the group activities members spend most of their effort on enlarging their social circle, while latter engagement is primarily associated with the strengthening of already existing ties and increase of the bonding social capital. Our analysis of importance of events shows that both big and small events have their role in the growth and evolution of event-driven social groups: big events are primarily important for the growth of social groups and incorporation of group members, while smaller events serve the purpose of strengthening of already existing ties.

## References

- [1] Castellano C, Fortunato S, Loreto V. Statistical physics of social dynamics. *Rev Mod Phys.* 81, 591–646 (2009)
- [2] Lazer D, Pentland AS, Adamic L, Aral S, Barabasi AL, Brewer D, et al. Life in the network: the coming age of computational social science. *Science* 323(5915), 721–723 (2009)
- [3] Saracco F, Straka MJ, Di Clemente R, Gabrielli A, Caldarelli G, Squartini T. Inferring monopartite projections of bipartite networks: an entropy-based approach *New J. of Phys.* 19(5), 053022 (2017)
- [4] Saracco F, Di Clemente R, Gabrielli A, Squartini T. Randomizing bipartite networks: the case of the World Trade Web. *Sci. Rep.* 5, 10595 (2015)
- [5] Sen P, Chakrabarti BK. *Sociophysics: an introduction.* Oxford University Press, (2013)
- [6] Smiljanić J, Chatterjee A, Kauppinen T, Mitrović Dankulov M. A theoretical model for the associative nature of conference participation. *PLoS ONE* 11(2), e0148528 (2016)
- [7] Smiljanić J, Mitrović Dankulov M. Associative nature of event participation dynamics: A network theory approach. *PLoS ONE* 12(2), e0171565 (2017)

*Higher-Order Connectivity and Correlations  
in  
Complex Systems*

**Workshop @ Complexity Science Hub**

*1th Edition*



*November 25–26, 2019, Complexity Science Hub, Vienna, Austria*

**BOOK OF ABSTRACTS**

## Organization & Support:

### Organizer:

Laura Stöger  
Office & Event Manager, Complexity Science Hub Vienna, Austria

### Scientific Organizers:

Alvaro Corral<sup>1</sup> and Bosiljka Tadić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CRM, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Catalonia, Spain

<sup>2</sup>Department of Theoretical Physics, J. Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

**Book editing:** B. Tadić

**Supported by:** Complexity Science Hub Vienna

**Web:** <https://www.csh.ac.at/event/higher-order-connectivity-correlations-complex-systems/>

# Contents

Program Overview <i>A.Corral, B.Tadić</i>	4
Topological Entropy Measure of the Architecture of Simplicial Complexes <i>M.Andjelković, B.Tadić</i>	6
Higher-order interactions in complex networks of phase oscillators promote abrupt synchronization switching <i>A.Arenas, P.S.Skardal</i>	8
Cohomological characterization of Information and Higher Order Statistical Structures - Machine Learning and Statistical Physic Aspects <i>P.Baudot</i>	10
Diffusion processes abd the functional organization of complex networks <i>G.Bertagnolli, M.De Domenico</i>	12
Emergent hyperbolic network geometry and dynamics <i>G.Bianconi</i>	14
Small worlds and clustering in spatial networks. A maximum entropy approach to geometric random graphs <i>M.Boguná,D.Krioukov, P.Almagro, M.Ángeles Serrano</i>	16
Financial Contagion Risk on Multi-Layer Networks <i>C.Diem, S.Thurner</i>	18
Complex privacy and resilience in online social networks <i>D.Garcia</i>	20
The emergence of structure - Correlations, Entropy Rate & Entropic Decision Rules <i>R.Hanel, J.Korbel, S.Thurner</i>	22
Higher Order Interactions in Social Balance Dynamics <i>G.R.Jafari</i>	24
Adaptive Networks and Higher-Order Structures <i>C.Kuehn</i>	26
Optimal Learning Machines <i>M.Marsili</i>	28
Spectral Properties of Graphs with Aggregated Simplexes <i>M.Mitrović Dankulov, B.Tadić</i>	30
Beauty in the visual arts through the eyes of physics <i>M.Perc</i>	32
<i>WS on Higher-Order Connectivity and Correlations in Complex Systems</i>	2

The impact of higher order descriptions on structural analysis and dynamical processes <i>G.Petri</i>	34
Describing language shift over time and space <i>K.Prochazka, G. Vogl</i>	36
Quantum statistics in Network Geometry with Fractional Flavor <i>A.Rapisarda, G. Bianconi, N. Cinardi</i>	38
Structure of Simplicial Complexes in Human Connectomes <i>B.Tadić, M. Andjelković, R. Melnik</i>	40



# **WS on Higher-Order Connectivity and Correlations in Complex Systems**

## **Program Overview**

## Session Chairs

Mon 9:00-12:00 Stefan Thurner; Mon 13:15-14:30 Matjaz Perc; Mon 15:00-17:00 Alvaro Corral;  
 Tue 9:00-12:00 Bosiljka Tadic; Tue 13:15-14:30 Matteo Marsili; Tue 15:00-17:00 Andrea Rapisarda;

Time	Mon	Time	Tue
9:00-10:00	OPENING	9:00-9:45	Petri
10:00-10:45	Baudot	9:45-10:15	Andjelkovic
10:45-11:15	Hanel	10:15-11:00	Bianconi
11:15-12:00	Marsili	11:00-11:30	Mitrovic Dankulov
12:00-13:15	LUNCH	11:30-12:00	Rapisarda
13:15-14:00	Arenas	12:00-13:15	LUNCH
14:00-14:30	Boguna	13:15-14:00	Kuehn
14:30-15:00	COFFEE	14:00-14:30	Jafari
15:00-15:30	Prochazka	14:30-15:00	COFFEE
15:30-16:00	Garcia	15:00-15:30	Diem
16:00-16:30	Perc	15:30-16:30	Battiston Bertagnoli Tadic
16:30-17:00	Corral: Discussion	16:30-17:00	Closing

# Spectral Properties of Graphs with Aggregated Simplexes

Marija Mitrović Dankulov<sup>a,c</sup> and Bosiljka Tadić<sup>b,c</sup>

<sup>a</sup>Institute of Physics, Belgrade, Serbia, <sup>b</sup>Institute Jozef Stefan Ljubljana, Slovenia, <sup>c</sup>Complexity Science Hub Vienna, Austria

**Abstract.** Considering the impact of higher-order interactions in the cooperative self-assembly of nanoparticles, we have recently introduced a model [1,2] based on the aggregation of simplexes of different sizes. The addition of a formatted geometrical group to the growing network depends on the geometrical compatibility of the added form with the current structure and the chemical affinity towards the addition of the new particles (vertices). As it is shown in [1], by varying the size of the added simplexes and the chemical affinity parameter, we can grow a whole class of structures that differ in the architecture of simplicial complexes. An example is shown in Fig.1. The aggregates of simplicial in these structures also manifest in the underlying topological graph (1-skeleton of these simplicial complexes).

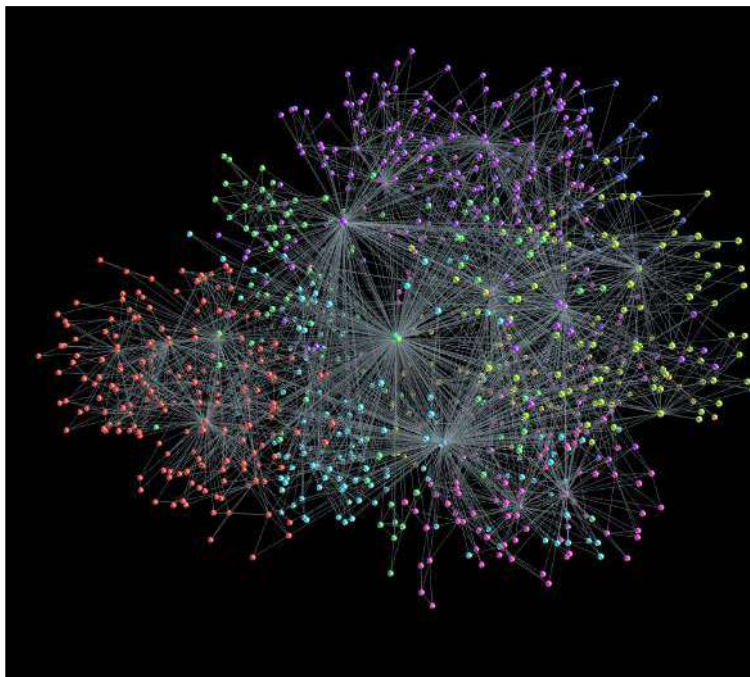


Fig1: A simplicial complex grown by aggregation of cliques of sizes from 3 to 6 vertices.

Here, we analyze the spectral properties of these graphs [3]. Specifically, we determine the eigenvalue spectra of the (normalized) Laplacian operator related to the adjacency matrices of these graphs, which describes the diffusion processes on them. Considering the aggregates of mono-disperse cliques, we demonstrate how the size of the elementary building blocks in conjunction with the chemical affinity between them affects the spectral dimension of the aggregates. In particular, we grow and describe the classes of structures that allow for the frustrated synchronization and transient random walk processes, in contrast to the structures compatible with non-transient random walks, in one limit, and the structures allowing the full synchronization, in the other. These findings demonstrate how the controlled aggregation of simplexes can lead to complex structures underlying specific dynamical properties, thus offering a deeper understanding of these dynamical processes in various complex networks with simplicial complexes inferred from the empirical data. See other related works in Refs. [4,5,6].

## References

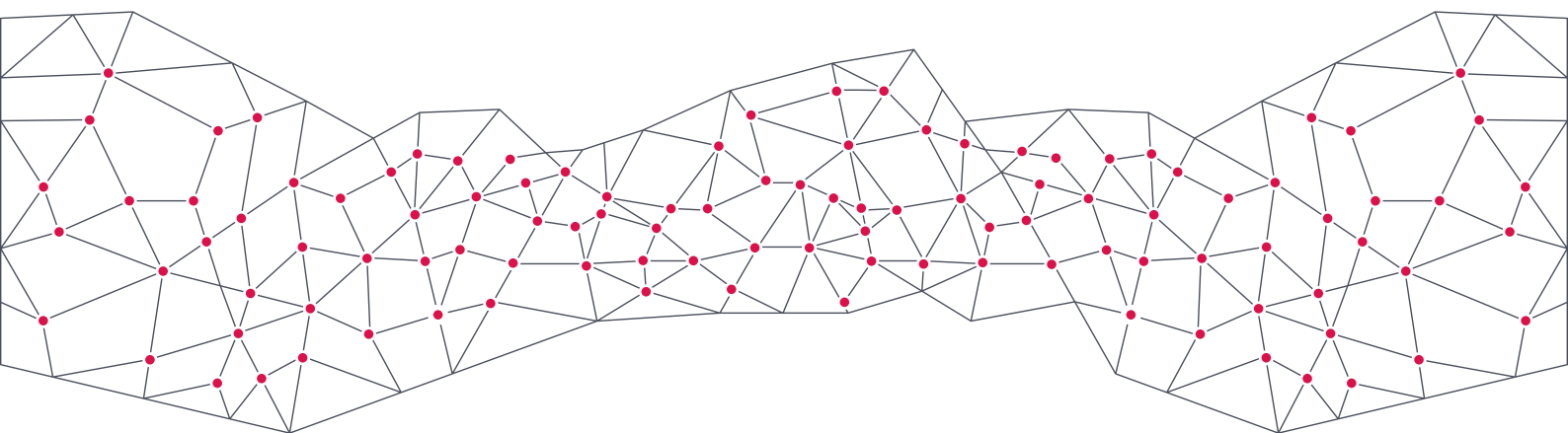
1. M. Šuvakov, M. Andjelković, B. Tadić, *Hidden geometries in networks arising from cooperative self-assembly*, **Scientific Reports Vol 8**, p1987 (2018)
2. M. Šuvakov, M. Andjelković, B. Tadić, Applet: Simplex aggregation growing graphs <http://suki.ipb.rs/ggraph/>
3. M. Mitrović Dankulov, B. Tadić, R. Melnik, *Spectral properties of hyperbolic nano-networks with tunable aggregation of simplexes*, **Physical Review E 100**, 012309 (2019)
4. M. Mitrović, B. Tadić, *Spectral and dynamical properties in classes of sparse networks with mesoscopic inhomogeneities*, **Physical Review E 80**, 026123 (2009)
5. J. Živković, B. Tadić, Nanonetworks: The graph theory framework for modeling nanoscale systems, **Mathematics of Quantum and NanoTechnologies 2**, 30 (2013)
6. B. Tadić, M. Šuvakov, M. Andjelković, G.J. Rodgers, *Topology of nanonetworks grown by aggregation of simplexes with defects*, submitted (2019)

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

# EMERGE 2022

## DIGITAL SOCIETY NOW

BOOK OF ABSTRACTS



INSTITUT  
ZA FILOZOFIJU  
I DRUŠTVENU  
TEORIJU

# **DIGITAL SOCIETY NOW**

## **ORGANIZERS**

Digital Society Lab  
Institute for Philosophy and Social Theory,  
University of Belgrade  
The American University of Paris  
Universität Wien

## **EDITORS**

Vera Mevorah  
Jelena Guga  
Čedomir Markov

## **DESIGN**

Jelena Novaković

## **PRINT**

Sajnos, Novi Sad

## **PUBLISHER**

Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade

**Belgrade, 2022**

**Number of Copies 100**

**ISBN 978-86-82324-23-2**

**International Scientific Conference**

**Digital Society Now**  
**EMERGE 2022**

16–18 December  
Dorćol Platz, Belgrade

Digital Society Lab,  
Institute for Philosophy and Social Theory

The American University of Paris

Universität Wien



# CONTENTS

Scientific and Organizing Committees .....	6
Introduction.....	7
AI and Society.....	9
Online Political Communication.....	19
Digital Democracy.....	29
Techno-Narratives.....	39
Cyber Order.....	49
Postdigital Art and Culture.....	59
AI in Practice.....	69
New Realities.....	79

## Scientific Committee

**Ljubiša Bojić**, Chair, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Jörg Matthes**, Universität Wien, Austria

**Matteo Cinelli**, University of Rome "La Sapienza," Italy

**Jelena Guga**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**David Roden**, Open University, UK

**Čedomir Markov**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Claudia Roda**, The American University of Paris, France

**Vera Mevorah**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Susan Perry**, The American University of Paris, France

**Vladimir Cvetković**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Milad Mirbabaie**, Paderborn University, Germany

**Evi Sampanikou**, University of Aegean, Greece

**Romina Surugiu**, University of Bucharest, Romania

**Bojana Romić**, Malmö University, Sweden

**Smiljana Antonijević**, Illinois Institute of Technology in Chicago, USA

**Željko Radinković**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

## Organizing Committee

**Čedomir Markov**, Chair, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Jelena Guga**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Vera Mevorah**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Ana Lipij**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Jelena Novaković**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Jörg Matthes**, Universität Wien, Austria

**Claudia Roda**, The American University of Paris, France

**Susan Perry**, The American University of Paris, France

**Ljubiša Bojić**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

**Simona Žikić**, Institute for Philosophy and Social Theory, University of Belgrade, Serbia

## Introduction

Emerging technologies have brought about ground-breaking changes to societies across the globe. Leading global regulators are struggling to keep up with technological development and impose new rules and regulations. Our choices and habits, personal freedoms, human rights, and power relations are fundamentally transformed through constant interaction with and reliance on technology.

The shift to the virtual realm has been significantly accelerated by the COVID-19 pandemic, climate change, and military conflicts around the world. Major corporations are investing billions to create a new market that will transport our daily activities, such as shopping, work, leisure, entertainment, and socialization, into the virtual realm.

Against this backdrop, the *EMERGE 2022 Digital Society Now* conference was organized to bring together academic researchers, tech industry actors, and policy-makers to discuss the social, political, and economic impact of emerging technologies. The selected 33 presentations raise thought-provoking questions about applications and social implications of AI, digital democracy, online political communication, cybersecurity, art and creativity in the digital age, and life in a postdigital society.

Some examples of these questions include: *Can we make AI more ethical and trustworthy? What are the implications of our increasing reliance on AI? What is the future of free speech and public information online? How can technology be used to improve rather than undermine democracy? What are the key cybersecurity trends and challenges? What can arts and networked cultures tell us about human-nonhuman relationships? How are digital media and computational art changing creativity, authorship, and subjectivity? What experiences describe the postdigital condition?*

The first edition of the *Digital Society Now* conference will provide a forum to ignite a discussion on these complex issues. The presenters come from diverse disciplinary backgrounds, including computer science, digital humanities, literary studies, philosophy, psychology, sociology, etc. We see great potential in this kind of multidisciplinary environment to contribute to the ongoing debates about the risks, potentials, and implications of emerging technologies. We hope that the ideas shared at the EMERGE 2022 will inspire not only other academics but also practitioners and decision-makers.



# Collective Knowledge Building in Online Social Networks

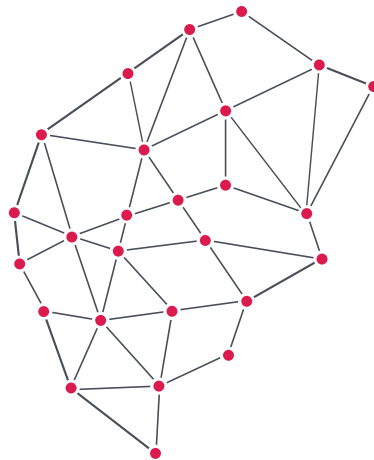
**Marija Mitrović Dankulov**

Knowledge creation is a collective effort. It requires meaningful, logically coordinated interactions among actors. Statistical physics, in combination with complex network theory and computer science, provides a framework for studying the emergence of collective behavior in social systems, including the emergence of collective knowledge. In this presentation, we will use empirical analysis and agent-based modeling to quantitatively explore the emergence of collective knowledge building in a well-known online Questions & Answers system *Mathematics*.

*Mathematics* is a Stack Exchange community. We will show that this process occurs as a collective phenomenon in an enlarged network of actors and their artifacts where the cognitive recognition interactions are correctly encoded. Furthermore, we will explore the topology of innovation spaces in the network of tags in *Mathematics*. The results show that the ranking distributions of the suitably scaled topological dimensions of nodes fall into a unique curve for all time intervals and filtering levels, indicating a robust architecture of knowledge networks. Moreover, these networks preserve the logical structure of knowledge within emergent communities of nodes, labeled according to a standard mathematical classification scheme. These findings are critical for comprehending creative processes in a digital society.

*Keywords:* online social systems, knowledge building, Stack Exchange, Mathematics, creativity

**Marija Mitrović Dankulov** is an associate research professor at the Scientific Computing Laboratory and head of the Innovation Center at the Institute of Physics, Belgrade, Serbia. She completed her PhD in statistical physics at the Faculty of Physics, University of Belgrade in 2012. During her PhD studies, she was employed at the Department of Theoretical Physics, Institute “Jožef Stefan,” Slovenia. During this time, she was a participant in the EU FP7 project “Cyberemotions—Collective Emotions in Cyberspace.” She undertook postdoctoral work at the Department of Biomedical Engineering and Computational Science, School of Science Aalto University, Finland. She has extensive knowledge and experience in theoretical and computational physics. Her primary research interest is the statistical physics of socio-economic systems and complex networks theory. She is the author of 28 publications in leading international scientific journals, including *Nature* and *Nature Communications*, five book chapters, and more than 35 invited and contributed talks at international conferences. Contact: [mitrovic@ipb.ac.rs](mailto:mitrovic@ipb.ac.rs)



CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

316.776:004.946(048)

316.774(048)

316.72:316.774(048)

INTERNATIONAL Scientific Conference Digital Society Now, EMERGE (2022 ;  
Belgrade)

International Scientific Conference Digital Society Now EMERGE 2022,  
16th December Dorcol Platz, Belgrade : [book of abstracts] ; Organizers  
Institute for Philosophy and Social Theory, Digital Society Lab ... [at al.] /  
[editors Vera Mevorah, Jelena Guga, Čedomir Markov]. - Belgrade :  
University, Institute for Philosophy and Social Theory, 2022 (Novi Sad :  
Sajnos). - 92 str. ; 29 cm

Tiraž 100. - Sadrži: beleške o autorima.

ISBN 978-86-82324-23-2

а) Дигитална култура -- Апстракти б) Виртуелна реалност --  
Комуникација -- Апстракти в) Друштвене мреже -- Интернет -- Апстракти

COBISS.SR-ID 80329993

**Subject** [institut] [Bioinformatika] Seminar Bioinformatika - najava predavanja  
**From** Jovana Kovacevic <jovana@matf.bg.ac.rs>  
**Sender** institut <institut-bounces@ipb.ac.rs>  
**To** Jovana Kovacevic <jovana@matf.bg.ac.rs>  
**Reply-To** <jovana@matf.bg.ac.rs>  
**Date** 2019-05-05 21:39



---

Poštovane kolegkinice i kolege,

Naredni sastanak seminara Bioinformatika biće održan ove srede, 8. 5. u 18:15 časova na Matematičkom fakultetu u sali 718. Izlagaće dr Marija Mitrović-Dankulov sa Instituta za fiziku a naslov predavanja je "Kvantifikacija slučajnosti u biološkim kompleksnim mrežama". Apstrakt će biti poslat naknadno.

Srdačan pozdrav,  
rukovodioci Seminara  
Gordana Pavlović-Lažetić  
Nenad Mitić  
Anđela Rodić

--

This message has been scanned for viruses and dangerous content by MailScanner, and is believed to be clean.

----- next part -----

An HTML attachment was scrubbed...

URL: <<http://mail.ipb.ac.rs/pipermail/institut/attachments/20190505/26860d87/attachment.html>>

----- next part -----

---

Bioinformatika mailing list

[Bioinformatika@matf.bg.ac.rs](mailto:Bioinformatika@matf.bg.ac.rs)

<http://poincare.matf.bg.ac.rs/mailman/listinfo/bioinformatika>

---

institut mailing list

[institut@ipb.ac.rs](mailto:institut@ipb.ac.rs)

<https://mail.ipb.ac.rs/mailman/listinfo/institut>



[ABOUT THE INSTITUTE](#)[SOCIAL ENGAGEMENT](#)[RESEARCHERS](#)[LABS](#)[PUBLISHING](#)[PROJECTS](#)[EVENTS](#)[NEWS](#)[GUESTS](#)

## Marija Mitrovic Dankulov: Socio-physics or how physicists explore collective phenomena in social systems

---

9 nov 2020

 **INSTITUT  
ZA FILOZOFIJU  
I DRUŠTVENU  
TEORIJU**



Statistical physics has been proven to be successful in studying the collective

dynamics of complex systems, including systems that do not belong to physics. This led to the emergence of new subfields of physics. One of them is sociophysics. It uses methods and tools of physics for quantitative study and prediction of social phenomena. Due to a lack of high quality and large-scale data, sociophysics was a theoretical discipline at its beginnings. Its main focus was on the development of simple theoretical models of collective social phenomena. While idealistic and straightforward, these models attracted considerable attention. In the past two decades, the development of information communication technologies enabled the quantitative study of social systems. World Wide Web represents an irreplaceable medium for social interactions and a repository of digital traces. In this talk, we will present the most important sociophysics results and accomplishments concerning some of the most important social phenomena. We will present some of the most basic models, originating from statistical physics. We will demonstrate how the application of statistical physics and the theory of complex networks on large-scale data can help us to quantitatively describe and understand humans' collective behavior in the offline and online world.

**Marija Mitrović Dankulov** is Associate Research Professor at Scientific Computing Laboratory and Head of Innovation Center at the Institute of physics Belgrade. She completed her Ph.D. in statistical physics at the Faculty of Physics, University of Belgrade in 2012. During her Ph.D. studies she was employed at Department of Theoretical Physics, Institute Jožef Stefan, Slovenia. During this time she was participant at EU FP7 project Cyberemotions – collective emotions in cyberspace. She undertook postdoctoral work at Department of Biomedical Engineering and Computational Science, School of Science Aalto University, Finland. She has extensive knowledge and experience in theoretical and computational physics. Her primary research interest is statistical physics of socio-economic systems and complex networks theory. She is an author of 23 publications in leading international scientific journals, including Nature and Nature Communications, 5 book chapters and more than 35 invited and contributed talks at international conferences.

In cycle of lectures “Multidisciplinary Perspectives in Social Sciences” scholars from various fields examine points of intersection between technical sciences and humanities. We shall look into multidisciplinary approach as necessary counter stone of social research. How can neurosciences help to bring the puzzle together? What is socio physics? What is the take of engineers on artificial intelligence? Why do we need multidisciplinary perspectives in social sciences? DigiLab was brought up on an idea to bring together researchers from various fields. The goal is getting innovative results in social sciences. The cycle is co-organized by the ADA Consortium.

Download booklet of DigiLab Events in autumn semester of 2020 >

Erasmus+ project Advanced Data Analytics in Business (ADA/ADA Consortium) is funded with support from the European Commission, within Erasmus+ programme.

Digital Sociometrics Lab (DigiLab) at the Institute for Philosophy and Social Theory explores society through big data.

The event is finished.

**10**

Oct

**[LECTURE] SANJA BOJANIĆ – NEW MATERIALITY AND OLD SYNTAX UNDER THE SKIN OF ED ATKINS: AESTHETICS AND GRAMMAR OF CONTEMPORARY ARTISTIC LANGUAGES (DIGILAB)**

**19**

Oct

**[LECTURE] RADINA VUČETIĆ – THE INVISIBLE ENEMY – SMALLPOX EPIDEMICS 1972/MICROHISTORY OF YUGOSLAVIA (YUGOLAB)**

**26**

Oct

**[LECTURE] HUNGARY AND THE HOLOCAUST (SHOAHLAB)**

**27**

Oct

**[LECTURE] AIZAWA NOBUHIRO AND SHIRAISHI TAKASHI – FROM “JAPAN AND ASIA” TO “JAPAN IN ASIA”**

**11**

Nov

**[BOOK SEMINAR] TIZIANA ANDINA – A PHILOSOPHY FOR FUTURE GENERATIONS (CRITICLAB)**

**16**

Dec

**[CONFERENCE] EMERGE 2022: DIGITAL SOCIETY NOW (DIGILAB)****Contact us**

Tel/Fax:

+381(0)11 26 46 242

+381(0)60 45 45 683

E-mail:



institut@instifdt.bg.ac.rs

Address:

Kraljice Natalije 45

11000 Beograd,

Srbija

   **Latest posts**

The New Issue of  
Philosophy and  
Society (33/3) has  
been published

October 4, 2022

Cfp Energy  
transition and  
environmental  
contestation in the  
Balkans

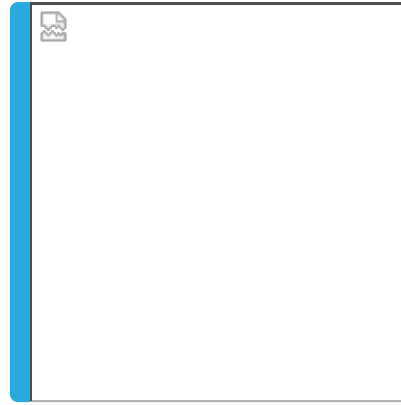
October 4, 2022

CFP In the Frictions:  
Fragments of Care,  
Health, and  
Wellbeing in the  
Balkans

September 22, 2022

**Sign Up For Newsletter****Search**

Copyright © 2021 - INSTITUTE FOR PHILOSOPHY AND SOCIAL THEORY | University of  
Belgrade



## Marija Mitrović Dankulov

Associate Research Professor - Institute of Physics Belgrade

Marija Mitrović Dankulov is the Head of Innovation Center at the IPB and an Associate Research Professor at IPB.

She completed her Ph.D. in statistical physics at the Faculty of Physics, University of Belgrade in 2012. After her Ph.D. studies at the Department of Theoretical Physics, Institute Jožef Stefan, Slovenia, she undertook postdoctoral work at Department of Biomedical Engineering and Computational Science, School of Science Aalto University, Finland.

She has extensive knowledge and experience in theoretical and computational physics. Her primary research interest is statistical physics of complex systems, with the emphasis on physics of social behaviour and complex networks theory.

As a Head of Innovation Center she is involved in technology development and commercialisation, IP protection and management, R&D and commercialisation project management.

---

## PyCon Balkan 2019 Talks

### **KEY** Python and computational social science

The idea that social phenomena should also follow precise quantitative such as one existing in physics is more than two centuries old. We still lack social science equivalent to Newton's laws. One of the reasons for this is the deficiency of large detailed data about human social behaviour. The rapid development of information and communication technologies has changed this. Social data at a large scale is nowadays available over the internet.

We need tools that allow us to collect, store and analyze these massive amounts of data. Scientists from different fields including mathematics, statistics, computer science, physics, sociology and economics adapt old and develop new methods to search for statistical laws of social phenomena in this data. They all contribute to the development of new field commonly known as 'computational social science'. Python has an essential role in the development of this new interdisciplinary field. It is comprehensive, flexible and easy to learn and use. Its

extensive standard library and collection of modules, as well as a large community of developers, makes it sufficient for doing research in computational social science. I will demonstrate its comprehensiveness and sufficiency on examples from my research. I will discuss in more details the modules used for analyzing complex networks and their visualization.

keynote

---

## Main

---

[Home](#)

[CFP](#)

[News](#)

[Sponsorship](#)

[Contact](#)

## Info

---

[Venue](#)

[About Us](#)

[F.A.Q](#)

[Organizers](#)

[CoC](#)

[Timetable](#)

## On-Site Events

---

[Lightning Talks](#)



Search > Citation Report: Analysis of ... > Citation Report: Marked List: Unfiled

### Citation Report

Analyze Results

Export Full Report

#### Publications

30

Total

From 1996 to 2023

#### Citing Articles

475

Total

456

Without self-citations

#### Times Cited

613

Total

541

Without self-citations

20.43

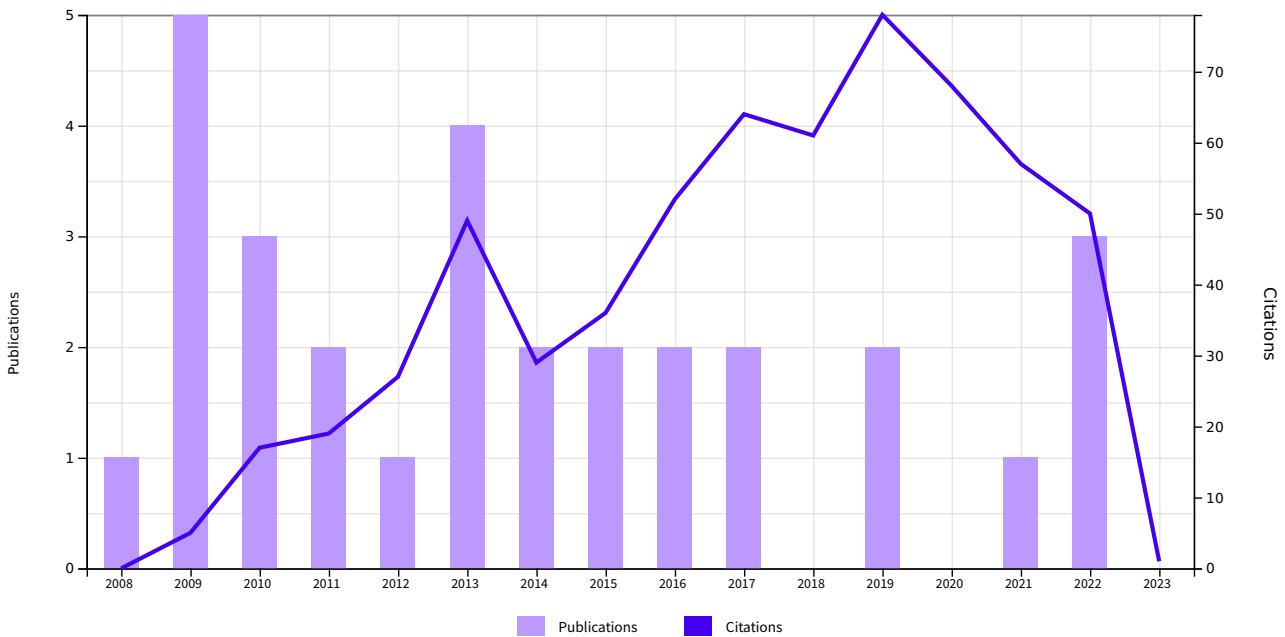
Average per item

14

H-Index

#### Times Cited and Publications Over Time

DOWNLOAD



30 Publications	Sort by Citations: highest first	Previous page	Next page	Citations						
				< Previous year      Next year >					Average per year	Total
				2019	2020	2021	2022	2023		
Total				78	68	57	50	1	40.87	613



- [Newsletter](#)
- [Product Support](#)
- [Privacy Statement](#)
- [Training Portal](#)
- [Copyright Notice](#)
- [Data Correction](#)
- [Cookie Policy](#)

[Terms of Use](#)



© 2022 Clarivate

⊖	6	9	3	1	0	3.64	40
⊖	5	2	1	2	0	3.64	40
⊖	4	1	4	1	0	2.77	36
⊖	1	1	1	0	0	2.21	31
⊖	5	3	1	4	0	2.78	25
⊖	2	2	2	3	0	2.27	25
⊖	5	7	3	4	0	3.43	24
⊖	4	2	0	0	0	1.58	19
⊖	5	2	2	3	0	1.8	18
⊖	2	4	4	0	0	1.88	15
⊖	2	0	0	2	0	0.8	12
⊖	1	3	1	1	1	1.38	11
⊖	0	5	5	0	0	2	10
⊖	0	2	4	4	0	2	10
⊖	0	0	0	0	0	0.5	8
⊖	2	2	2	1	0	1	7
⊖	0	0	0	0	0	0.4	6
⊖	0	0	0	0	0	0.36	4
⊖	0	0	0	0	0	0.15	2
⊖	0	0	0	0	0	0.13	2
⊖	0	0	0	1	0	0.22	1





	0	0	0	0	0	0.07	1
⊖	0	0	0	0	0	0.07	1
⊖	0	0	0	0	0	0.07	1
⊖	0	0	0	0	0	0	0
⊖	0	0	0	0	0	0	0
⊖	0	0	0	0	0	0	0

Citation Report Publications Table

080/358/1  
15-03-2018



Београд, 15. март 2018.

У циљу успешног реализовања задатака који стоје пред Институтом за физику у текућем мандатном периоду, а посебно задатака везаних за спровођење иновационих делатности, комерцијализације нових знања и производа доносим следећу:

### О Д Л У К У

**Именује се др Марија Митровић Данкулов за руководиоца Иновационог центра Института за физику**, организационе јединице која је основни носиоц иновационе делатности у нашој институцији и која директно одговара канцеларији директора.

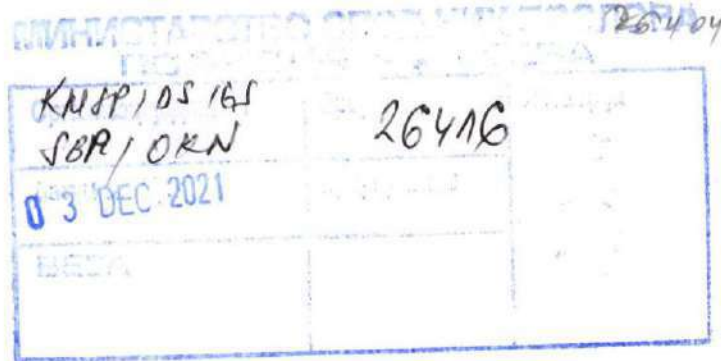
Колегиница Митровић Данкулов је до сада била заменик руководиоца Иновационог центра. На чело Иновационог центра долази по одласку досадашњег руководиоца др Саше Лазовиће на место помоћника министра за технолошки развој, трансфер технологија и иновациони систем у Министарству просвете, науке и технолошког развоја.

Ова одлука ступа на снагу на данашњи дан.



др Александар Богојевић, директор  
Институт за физику

РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ВЛАДА  
05 Број: 02-10944/2021  
2. децембар 2021. године  
Београд



**МИНИСТАРСТВО СПОЉНИХ ПОСЛОВА**

БЕОГРАД

У прилогу се доставља, ради реализације, Одлука о образовању Националног координационог тела за борбу против ширења оружја за масовно уништење за период од 2021. до 2025. године, коју је донела Влада на седници одржаној 2. децембра 2021. године.

Прилог: 1

ГЕНЕРАЛНИ СЕКРЕТАР



Новак Џеђић

На основу члана 62. Закона о државној управи („Службени гласник РС”, бр. 79/05, 101/07, 95/10, 99/14, 47/18 и 30/18 – др. закон), члана 43. став 1. Закона о Влади („Службени гласник РС”, бр. 55/05, 71/05 – исправка, 101/07, 65/08, 16/11, 68/12 – УС, 72/12, 7/14 – УС, 44/14 и 30/18 – др. закон) и члана 25. став 1. Уредбе о начелима за унутрашње уређење и систематизацију радних места у министарствима, посебним организацијама и службама Владе („Службени гласник РС”, бр. 81/17 – пречишћен текст, 69/08, 98/12, 87/13, 2/19 и 24/21),

Влада доноси

## ОДЛУКУ

о образовању Националног координационог тела за борбу против ширења оружја за масовно уништење за период од 2021. до 2025. године

1. Образује се Национално координационо тело за борбу против ширења оружја за масовно уништење за период од 2021. до 2025. године (у даљем тексту: Национално координационо тело).

2. Задаци Националног координационог тела су да:

– прати спровођење Стратегије за спречавање ширења оружја за масовно уништење за период од 2021. до 2025. године (у даљем тексту: Стратегија), Националног акционог плана за примену резолуције 1540 Савета безбедности Уједињених нација о спречавању ширења оружја за масовно уништење и средстава за њихово преношење (у даљем тексту: НАП 1540);

– координира активности на превенцији и борби против ширења оружја за масовно уништење на националном нивоу;

– осигура ефикасно спровођење, праћење, оцењивање и извештавање о спровођењу Стратегије и НАП 1540, као и успостављање јасне и конзистентне политике у овој области;

– предлаже мере које треба додатно предузети ради унапређења законодавног оквира, а у вези са спречавањем ширења оружја за масовно уништење;

– иницира усаглашавање законодавних и нормативних питања са међународним прописима и стандардима који су од значаја за Републику Србију;

– предлаже процедуре и механизме физичко-техничке заштите у циљу унапређења стандарда из области које обухвата Резолуција 1540 Савета безбедности Уједињених нација;

– даје предлоге, мишљења и стручна образложења за унапређење примене Резолуције 1540 Савета безбедности Уједињених нација, како на националном плану (координација активности на унутрашњем плану), тако и на међународном плану (у односима са међународним организацијама, на регионалном и билатералном плану);

– иницира усвајање новог НАП 1540, по истеку важења важећег НАП 1540 („Службени гласник РС”, број 9/2018).

### 3. У састав Националног координационог тела именују се:

#### 1) за председника:

– Дамир Ковачевић, начелник Одељења за контролу наоружања у Министарству спољних послова;

#### 2) за заменика председника:

– Гордана Јакшић, председник Комисије Републике Србије за спровођење Конвенције о забрани развоја, производње, складиштења и употребе хемијског оружја и о његовом уништењу у Министарству спољних послова;

#### 3) за чланове:

– Вукашин Годоровић, саветник у Одељењу за контролу наоружања у Министарству спољних послова;

– Ненад Јоцић, начелник Управе за превентивну заштиту Сектора за ванредне ситуације у Министарству унутрашњих послова;

– Јасмина Роскић, начелник Одељења за међународне споразуме и спољну трговину контролисаном робом у Министарству трговине, туризма и телекомуникација;

– Милан Милутиновић, руководилац Групе за европске интеграције у Дирекцији за европске интеграције и управљање пројектима Сектора за политику одбране у Министарству одбране;

– пуковник Станислав Мијаиловић, Управа за развој и опремање Генералштаба Војске Србије у Министарству одбране;

– проф. др Небојша Ранђеловић, државни секретар у Министарству просвете, науке и технолошког развоја;

– Ведрана Илић, в.д. помоћника министра за међународну сарадњу и европске интеграције у Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде;

– Златко Петровић, виши саветник, руководилац Групе за надзор на тајношћу података у Министарству правде;

– др Јелена Јанковић, в.д. помоћника министра здравља;

– Сузана Андрејевић Стефановић, шеф Одсека за управљање хемикалијама у Министарству заштите животне средине;

– Весна Врачар, руководилац Групе за аналитичко праћење инструмената царинске и спољнотрговинске заштите Сектора за тарифске послове у Управи царина, Министарство финансија;

– Драган Маринковић, заменик директора Управе за спречавање прања новца у Министарству финансија;

– Ивана Аврамовић, помоћник директора Директората за радијациону и нуклеарну сигурност и безбедност Србије;

– Далибор Арбутина, в.д. директора Јавног предузећа „Нуклеарни објекти Србије“;

– Ведран Радовић, саветник за међународну сарадњу и међународне уговоре у Директорату цивилног ваздухопловства;

– Оливера Николић, саветник за билатералну финансијску сарадњу Центра за сарадњу са домаћим и међународним институцијама и финансијским организацијама у Народној банци Србије;

– др Марија Митровић Данкулов из Института за физику;

– Сања Дашић, виши саветник, шеф Одсека за подршку рада Савета за националну безбедност и Бироа за координацију рада служби безбедности и аналитичке послове Канцеларије Савета за националну безбедност и заштиту тајних података;

– Јован Дробњаковић, специјални саветник директора у Безбедносно-информативној агенцији;

– Томислав Килибарда, в.ф. апелациони јавни тужилац у Апелационом јавном тужилаштву у Београду, Републичко јавно тужилаштво;

– Душан Марковић, директор Сектора правних и општих послова у Агенцији за привредне регистре;

4) за заменике чланова:

– Никола Веселиновић, аташе у Одељењу за контролу наоружања у Министарству спољних послова;

– Весна Галовић, начелник Одељења за промет и контролисање робе Сектора за ванредне ситуације у Министарству унутрашњих послова;

– Јелена Дрењанин, самостални саветник у Одељењу за међународне споразуме и спољну трговину контролисаном робом у Министарству трговине, туризма и телекомуникација;

– пуковник проф. др Срђан Лазић, Институт за епидемиологију Сектора за превентивну медицину Војномедицинске академије, Управа за војно здравство у Министарству одбране;

– Татјана Ђурђевић Степанић, шеф Одсека за правне послове у Министарству просвете, науке и технолошког развоја;

– Никола Ристић, Сектор за међународну сарадњу и европске интеграције у Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде;

– инспектор Славиша Симић, шеф Одсека за земљиште, заштиту од буке и нејонизирајућег зрачења у Министарству заштите животне средине;

– Драган Марчетић, самостални саветник у Групи за аналитичко праћење инструмената царинске и спољнотрговинске заштите Сектора за тарифске послове у Управи царина, Министарство финансија;

– Ђорђије Вујичић, руководилац Групе за спречавање финансирања тероризма у Управи за спречавање прања новца, Министарство финансија;

– Владимир Јањић, помоћник директора Директората за радијациону и нуклеарну сигурност и безбедност Србије;

– Милош Младеновић, руководилац Сектора за нуклеарну безбедност у Јавном предузећу „Нуклеарни објекти Србије“;

– Светлана Нићић, руководилац Групе за одобравање летова у Директорату цивилног ваздухопловства;

– Драгана Јовановић, виши супервизор за посебну контролу Центра за посебну контролу - АМЛ Народне банке Србије;

– др Владимир Удовичић из Института за физику;

– потпуковник Дејан Николић, Одсек за подршку рада Савета за националну безбедност и Бироа за координацију рада служби безбедности и аналитичке послове Канцеларије Савета за националну безбедност и заштиту тајних података;

– Војин Милојевић, саветник директора у Безбедносно-информативној агенцији;

– Милан Ткалац, в.ф. апелациони јавни тужилац у Апелационом јавном тужилаштву у Новом Саду, Републичко јавно тужилаштво;

– Маја Крнета, руководилац Одељења за испоруке података у Агенцији за привредне регистре.

4. У раду Националног координационог тела, по позиву, могу учествовати представници других државних органа, међународних организација и удружења, у циљу пружања стручног мишљења или одговарајућих информација.

5. Ради извршавања задатака из тачке 2. ове одлуке, Национално координационо тело може образовати сталне и повремене стручне тимове, као и ангажовати представнике других државних органа и стручњаке из појединих области.

6. Национално координационо тело подноси два пута годишње извештај о раду Влади.

7. Стручне и административно–техничке послове за Национално координационо тело обавља Министарство спољних послова.

8. За рад у Националном координационом телу председнику, заменику председника, члановима и заменицима чланова не припада накнада.

9. Даном ступања на снагу ове одлуке престаје да важи Одлука о образовању Радне групе за праћење спровођења Националног акционог плана за примену Резолуције 1540 Савета безбедности Уједињених нација о спречавању ширења оружја за масовно уништавање и средстава за њихово преношење (2018-2022) („Службени гласник РС”, број 92/20).

10. Ова одлука ступа на снагу осмог дана од дана објављивања у „Службеном гласнику Републике Србије”.

05 Број: 02-10944/2021

У Београду, 2. децембра 2021. године

В Л А Д А

Тачност преписа оверава  
ГЕНЕРАЛНИ СЕКРЕТАР

  
Новак Неђић

ПРЕДСЕДНИК

Ана Брнабић, с.р.

Република Србија  
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,  
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА  
Комисија за стицање научних звања

Број: 660-01-00006/460  
27.04.2018. године  
Београд

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ			
ПРИМЉЕНО: 11-06-2018			
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
986/1	846/1		

На основу члана 22. став 2. члана 70. став 5. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05, 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије", број 24/16, 21/17 и 38/17) и захтева који је поднео

*Инстџитут за физику у Београду*

Комисија за стицање научних звања на седници одржаној 26.04.2018. године, донела је

**ОДЛУКУ  
О СТИЦАЊУ НАУЧНОГ ЗВАЊА**

**Др Марија Мишировић Данкулов**

стиче научно звање

**Виши научни сарадник**

у области природно-математичких наука - физика

**О Б Р А З Л О Ж Е Њ Е**

*Инстџитут за физику у Београду*

утврдио је предлог број 986/1 од 18.07.2017. године на седници Научног већа Института и поднео захтев Комисији за стицање научних звања број 1003/1 од 20.07.2017. године за доношење одлуке о испуњености услова за стицање научног звања **Виши научни сарадник**.

Комисија за стицање научних звања је по претходно прибављеном позитивном мишљењу Матичног научног одбора за физику на седници одржаној 26.04.2018. године разматрала захтев и утврдила да именована испуњава услове из члана 70. став 5. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05, 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије", број 24/16, 21/17 и 38/17) за стицање научног звања **Виши научни сарадник**, па је одлучила као у изреци ове одлуке.

Доношењем ове одлуке именована стиче сва права која јој на основу ње по закону припадају.

Одлуку доставити подносиоцу захтева, именованој и архиви Министарства просвете, науке и технолошког развоја у Београду.

**ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ**  
*С. Стошић-Грујић*  
Др Станислава Стошић-Грујић,  
научни саветник

**МИНИСТАР**  
*Младен Шарчевић*  
Младен Шарчевић