

**Физички факултет
Универзитета у Београду
Београд**

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На II седници Наставно научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 21. новембра 2018. године, одређени смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације „СТАТИСТИЧКО-МЕХАНИЧКА АНАЛИЗА ЕВОЛУЦИЈЕ НАЦИОНАЛНИХ ТРЖИШТА“, из научне области Статистичка физика, коју је кандидат Дарко Сарван предао Физичком факултету у Београду дана 19. новембра 2018. године.

На основу ове одлуке и поднете тезе подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1.1 Биографски подаци

Дарко Сарван је рођен 30. септембра 1984. године у Београду, где је завршио основну школу и гимназију. Основне академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду уписао је 2005. године. Дипломске студије на смеру Примењена физика и информатика је завршио 2011. године са просечном оценом 8,40, одбраном дипломског рада „Монте Карло симулација перколационе проводности случајне мреже отпорника“ са оценом 10.

Докторске академске студије Физичког факултета, на смеру Физика кондензоване материје и статистичка физика, уписао је 2011. године. Тренутно је на трећој години студија. Положио је све испите предвиђене наставним планом са средњом оценом 9,75. Кандидат је пријавио и одбранио тему доктората пред Колегијумом докторских студија Физичког факултета, док је израда тезе одобрена на седници Наставно-научног већа одржаној 28. марта 2018. године. На истом већу усвојен је предлог да се за ментора постави др Владимир Миљковић, доцент Физичког факултета у Београду.

Од 2012. године је запослен на Физичком факултету као истраживач сарадник на пројекту „Напредне, аналитичке, нумеричке и методе анализе примењене механике флуида и комплексних система“ (ИО 174014). Након тога, 2015. године, изабран је за асистента за ужу научну област Физика и биофизика на Факултету ветеринарске медицине Универзитета у Београду где и сада ради.

1.2 Научна активност

Дарко Сарван учествује на пројекту „Напредне, аналитичке, нумеричке и методе анализе примењене механике флуида и комплексних система“ (ИО 174014) финансираном од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Поред тога, кандидат учествује и у билатералном пројекту „Importance of wild canids as hosts and resevoirs for ticks and tick-borne pathogens in Austria and Serbia“ између Србије и Аустрије. Такође, постоји значајна сарадња и са тимовима из Словеније и Италије, као и са истраживачима Института за нуклеарне науке „Винча“,

Стоматолошког факултета, Физичког факултета и Института за медицинска истраживања Универзитета у Београду.

Научно-истраживачки рад Дарка Сарвана је фокусиран на системе које проучава Статистичка физика комплексних система. Теме које кандидат у својим радовима обрађује припадају областима истраживања модерне статистичке физике - социофизици, еконофизици, биофизици и атмосферској физици. Радови се могу раздвојити у две групе. У првој групи се налазе публикације у којима су анализе временских серија берзанских индекса у оквиру еконофизице [А1, А3, В1], док у другој групи спадају серија специфичних активности радионуклеотида у атмосфери [А2, Б1-2, Б4-6, Б8, Г1, Д2, Е1-3].

Коаутор је пет радова у међународним часописима, док је у два рада први потписани аутор. У два рада у међународним часописима [А1, А3], кандидат и његови сарадници нашли су карактеристичне периоде временских серија берзанских индекса и одредили њихове особине скалирања, са циљем добијања корелационих коефицијената који могу да послуже као параметри дистинкције развијености различитих типова регионалних и светских економија. У трећем раду у међународном часопису који је кандидат објавио [А2], дате су корелације између метеоролошких варијабли и специфичне активности берилијума-7 у атмосфери и размотрене су могућности краткорочних и дугорочних утицаја атмосферских параметара на концентрацију берилијума-7 у приземном слоју атмосфере.

Библиографија Дарка Сарвана обухвата 23 публикације. Пет научних радова публиковано је у међународним часописима са SCI листе: један рад М21а, два рада М21 и два рада М23 категорије. Укупан импакт фактор публикованих радова је 11,934.

2 Опис предатог рада

2.1 Основни подаци

Докторска дисертација **Статистичко-механичка анализа еволуције националних тржишта** кандидата Дарка Сарвана, урађена је под руководством др Владимир Миљковића, доцента Физичког факултета. Теза је написана на српском језику на 76 страна, подељена је на 4 поглавља, садржи 35 слика и 9 табела. Наведено је 123 референци у оквиру списка литературе. Теза својим методама и тематиком припада научној области Статистичка физика.

2.2 Предмет и циљ рада

Тема докторске дисертације кандидата Дарка Сарвана припада области истраживања Статистичке физике, са фокусом на интердисциплинарну област Еконофизице, односно Физике економских комплексних система. У њој се примењују теоријске методе и модели оригинално развијани у Статистичкој физици и Нелинеарној динамици.

Циљ истраживања приложене дисертације је примена метода Статистичке физике на заснивању параметара уређења развијености савремених тржишта. Одређивање развијености тржишта се врши у неколико корака. Прво се упоређују комплексни економски системи анализом временских серија берзанских индекса. Затим се помоћу неколико традиционалних и нових статистичких метода квантификују трендови, односно правилности динамике тих система. У ту сврху су коришћене рачунарске технике обраде великог броја података који се састоје од временских серија

18 берзанских индекса. На основу тих истраживања је 18 берзанских националних економија класификовано у три групе - неразвијене (транзиционе) економије, економије у развоју и развијене економије. Емпиријско истраживање је помогло у развијању неколико метода и модела који пружају додатне информације о детерминистичким и стохастичким механизмима еволуције економских система, што није било могуће учинити старијим стандардним методама.

У ту сврху коришћено је више постојећих доказаних метода анализе података као што су: метода Детрендоване покретне средње вредности (енг. Detrended Moving Average; DMA), метода Детрендоване флукуационе анализе (енг. Detrended Fluctuation Analysis; DFA), метода Вејвлет трансформације (енг. Wavelet Transform; WT), метода Временски зависне детрендоване покретне средње вредности (енг. time-dependent Detrended Moving Average; tdDMA). Све наведене методе се заснивају на идеји скалирања, добро познатој у теорији фазних прелаза. Описане су како њихове теоријске особине, тако и практичне примене у анализи модела финансијских берзи.

Емпиријско истраживање је дало велики допринос, пошто је омогућило детектовање присуства цикличних утицаја на временске серије берзанских индекса. Упоредјујући временске периоде циклуса различитих берзи, издвојени су они циклуси који представљају глобалне колективне ефекте. За разлику од локалних пертурбација, глобални циклуси поседују исте карактеристичне временске периоде на различитим националним тржиштима. Анализирајући карактеристичне циклусе преко њихових Hurst-ових експонената, предложен је начин квантификације нивоа развијености националних економија који се заснива на процени њихове комплексности, на основу детектовања циклуса временских серија берзанских индекса. Користећи локалне вредности Hurst-овог експонента скалирања за различите циклусе, формиран је Hurst-ов простор сачињен од вектора чије су компоненте рачунате на временским интервалима помоћу девет карактеристичних циклуса. У склопу тих истраживања уведен је градијент развијености, што је омогућило да се дефинише индекс развијености $P_{e_i}(s_i)$. На основу вредности индекса развијености, временске серије берзанских индекса су рангиране у три групе. На тај начин су вредности Hurst-ових експоненат по карактеристичним временским циклусима по први пут повезане са групама берзанских индекса објективно различито развијених националних тржишта.

2.3 Приказ садржаја дисертације са описом резултата

Дисертација је подељена у четири главе. Глава 1 говори о историји, повезаности и улози физике у економији. У Глави 2 су представљене методе које су коришћене у овом истраживању и које су примењене у Глави 3. Закључак до којег се дошло се налази након Главе 3.

Глава 2 садржи математичке алате који су примењени у овом истраживању. Презентовани су фрактали, мулти-фрактали, методе за израчунавање експонената скалирања, као и метода за одређивање локалних корелационих коефицијената. У ту сврху су коришћене методе које у својим техникама користе брисање (или одузимање) тренда и метода Вејвлет трансформације.

У Глави 3 се методе представљене у Глави 2 примењују на податке берзанских индекса, економија региона, Европе и света (BELEXLine - Србија; MONEX 20 - Црна Гора; SASX 10 - Босна и Херцеговина; BIRS - ентитет БиХ Република Српска; TEPIX - Иран; EGX 30 - Египат; BOVESPA - Бразил; CROBEX - Хрватска; XU 100 - Турска; JSE - Јужноафричка Република; SSE - Кина; CAC 40 - Француска; DAX- Немачка; NYSE, S&P 500 - Сједињене Америчке Државе; FTSE 100- Уједињено Краљевство; BUX- Мађарска; NIKKEI 225 - Јапан) које могу да се сврстају у три групе по развијености -

земље неразвијених (транзиционих) економија, земље економија у развоју и земље развијених економија. Глава почиње демонстрирањем повезаности нивоа особине скалирања временских серија берзанских индекса са нивоом раста и зрелости економије у којој се налази анализирана берза, при чијој анализи се долази до закључка да треба одредити циклусе појединачних берзанских индекса и међусобно их упоредити. На овај начин се показује да ли се комплексност финансијске берзе може специфично ограничити на статистичко понашање сваке временске серије берзанског индекса или се може приписати колективном ефекту временских серија берзанских индекса „глобалне“ берзе. На крају се одређује индекс развијености $P_{e_i}(s_i)$, као квантитиван параметар који говори о развијености економије анализираних берзанског индекса. Он се добија помоћу формираног базиса Hurst-овог простора релативних Hurst-ових јединичних вектора (s_i^α) , који се формирају одређивањем локалних Hurst-ових експонената на интервалима заједничких циклуса берзи, тј. оних који су вођени глобалним колективним ефектом.

Дисертација је базирана на два рада који су објављени за време које је аутор провео на докторским студијама Физичког факултета Универзитета у Београду. Ова два рада су повезана у дисертацији, тако да она даје свеобухватнији поглед на обављена истраживања као и на њихову перспективу. Оригинални резултати представљени у овој дисертацији објављени су у два међународна часописа: The European Physical Journal B [A1] и Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation [A3].

3 Списак публикација кандидата

А. Радови у међународним часописима (M20)

Радови у водећим међународним часописима (импакт фактор > 1)

- [A1] **D. Sarvan**, Đ. Stratimirović, S. Blesić, V. Miljković, Scaling analysis of time series of daily prices from stock markets of transitional economies in the Western Balkans, The European Physical Journal B, vol. 87, no. 12, pp. 297–04, 2014, doi: 10.1140/epjb/e2014-50655-5. **[M23, IF=1,463]**
- [A2] **D. Sarvan**, Đ. Stratimirović, S. Blesić, V. Djurdjevic, V. Miljković, J. Ajtić, Dynamics of beryllium-7 specific activity in relation to meteorological variables, tropopause height, teleconnection indices and sunspot number, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, vol. 469, pp. 813–823, 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2016.11.040>. **[M21, IF=2,243]**
- [A3] Đ. Stratimirović, **D. Sarvan**, V. Miljković, S. Blesić, Analysis of cyclical behavior in time series of stock market returns, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, vol. 54, pp. 2133, January 2018, <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2017.05.009>. **[M21a, IF=3,181]**
- [A4] J. Ajtić, E. Brattich, **D. Sarvan**, V. Djurdjevic, M.A. Hernández-Ceballos, Factors affecting the ^7Be surface concentration and its extremely high occurrences over the Scandinavian Peninsula during autumn and winter, Chemosphere, vol. 199, pp. 278-285, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.052>. **[M21, IF=4,427]**

Радови у осталим међународним часописима

- [A5] J. Ajtić, **D. Sarvan**, B. Mitrović, A. Čučulović, R. Čučulović, M. Frontasyeva, Elemental composition of moss and lichen species in Eastern Serbia, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, vol. 33, no. 3, pp. 275-285, 2018.

[M23, IF=0,620]

Б. Рад у зборницима међународних конференција штампан у целини (M33)

- [B1] J. Ajtić, V. Djurdjevic, **D. Sarvan**, E. Brattich, M. A. Hernández-Ceballos, Beryllium-7 specific activity in surface air and its correlation with meteorological variables, solar zenith angle, and number of sunspots, *Proceedings of The Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research*, pp. 79–83, 2016.

В. Радови у зборницима међународних конференција штампани у изводу (M34)

- [B1] Dj. Stratimirović, S. Blesić, V. Miljković, **D. Sarvan**, Scaling analysis of time series of stock market indices of transitional economies in the Western Balkans, in *Abstract Booklet of the International Conference on Statistical Physics – SigmaPhi 2014*, pp. 155, July 07–11, 2014, Sheraton Rhodes Resort, Rhodes, Greece.
- [B2] **D. Sarvan**, J. Ajtić, V. Miljković, Fractality of observed solar radiation data, in *Book of Abstracts of The Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research*, pp. 116, June 08–12, 2015, RAD Association, Niš, Serbia, Budva, Montenegro, ISBN 978-86-80300-00-9.
- [B3] B. Mitrović, S. Grdović, B. Vranješ, M. Vićentijević, J. Ajtić, **D. Sarvan**, Radioecological investigation in the environment of Belgrade city, Serbia, in *Book of Abstracts of The Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research*, pp. 404, May 23–27, 2016, RAD Association and University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia, ISBN 978-86-6125-160-3.
- [B4] J. Ajtić, V. Djurdjevic, **D. Sarvan**, E. Brattich, M. A. Hernández-Ceballos, Analysis of extreme beryllium-7 specific activities in surface air, in *Book of Abstracts of The Fourth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research*, pp. 411, May 23–27, 2016, RAD Association and University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia, ISBN 978-86-6125-160-3.
- [B5] M. Rajačić, **D. Sarvan**, D. Todorović, J. Ajtić, J. Krneta Nikolić, B. Zorko, B. Vodenik, D. Glavič Cindro, J. Kožar Logar, Beryllium-7 correlations in total deposition (dry and wet) measured in Serbia and Slovenia, in *Book of Abstracts of the Fourth International Conference on Environmental Radioactivity: Radionuclides as Tracers of Environmental Processes (ENVIRA2017)*, pp. 158, 29 May – 2 June, 2017, Centre for Physical Sciences and Technology (Institute of Physics), Vilnius, Lithuania.
- [B6] J. Ajtić, V. Djurdjevic, **D. Sarvan**, E. Brattich, M. A. Hernández-Ceballos, Analysis of beryllium-7 variability in northern Europe, in *Book of Abstracts of the Fourth International Conference on Environmental Radioactivity: Radionuclides as Tracers of*

Environmental Processes (ENVIRA2017), pp. 87, 29 May – 2 June, 2017, Centre for Physical Sciences and Technology (Institute of Physics), Vilnius, Lithuania.

- [B7] M. A. Hernández-Ceballos, E. Brattich, J. Ajtić, G. Cinelli, V. Djurdjevic, **D. Sarvan**, T. Tollefsen, REMdb as a framework for collaborations in environmental radioactivity research, in Book of Abstracts of the Fourth International Conference on Environmental Radioactivity: Radionuclides as Tracers of Environmental Processes (ENVIRA2017), pp. 65, 29 May – 2 June, 2017, Centre for Physical Sciences and Technology (Institute of Physics), Vilnius, Lithuania.
- [B8] J. Ajtić, **D. Sarvan**, D. Todorović, M. Rajačić, J. Krneta Nikolić, V. Djurdjevic, B. Zorko, B. Vodenik, D. Glavič Cindro, J. Kožar Logar, Beryllium-7 in surface air–Multidecadal measurements in Serbia and Slovenia, in Book of Abstracts of the Fifth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, pp. 394, June 12–16, 2017, RAD Association and University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia.
- [B9] B. M. Mitrović, J. V. Ajtić, B. Vranješ, **D. Sarvan**, V. Andrić, M. Stojanović, Natural radionuclides in bottled mineral water at the Serbian market, in Book of Abstracts of the Fifth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, pp. 276, June 12–16, 2017, RAD Association and University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia.
- [B10] J. Ajtić, E. Brattich, M. A. Hernández-Ceballos, **D. Sarvan**, V. Djurdjevic, Extremely high beryllium-7 surface concentrations in Europe: a case study, in Book of Abstracts of the Sixth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, pp. 169, June 18-22, 2018, RAD Association and University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Ohrid, FYR Macedonia, ISBN 978-86-80300-03-0.
- [B11] **D. Sarvan**, D. Todorović, M. Rajačić, J. Krneta Nikolić, V. Djurdjevic, B. Zorko, B. Vodenik, D. Glavič Cindro, J. Kožar Logar, Jelena Ajtić, Behaviour of beryllium-7 and lead-210 time series measured in Serbia and Slovenia over 1991-2015, in Book of Abstracts of the Sixth International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research, pp. 185, June 18-22, 2018, RAD Association and University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Ohrid, FYR Macedonia, ISBN 978-86-80300-03-0.

Г. Радови у водећим часописима националног значаја (**M51**)

- [Г1] J. V. Ajtić, **D. Sarvan**, V. S. Djurdjevic, M. A. Hernández-Ceballos, and E. Brattich, Beryllium-7 surface concentration extremes in Europe, *Facta Universitatis, Series Physics, Chemistry and Technology*, vol. 15, no. 1, pp. 45-55, 2017, doi: 10.2298/FUPCT1701045A.

Д. Радови у националним научним часописима (**M53**)

- [Д1] B. Mitrović, S. Grdović, B. Vranješ, M. Vićentijević, J. Ajtić, **D. Sarvan**, Radioecological investigation in the environment of Belgrade city, Serbia, *Radiation & Applications*, vol. 1, no. 3, pp. 199–203, 2016, doi: 10.21175/RadJ.2016.03.037.

[D2] J. Ajtić, V. Djurdjevic, **D. Sarvan**, E. Brattich, M. A. Hernández-Ceballos, Analysis of extreme beryllium-7 specific activities in surface air, *Radiation & Applications*, vol. 1, no. 3, pp. 216–221, 2016, doi: 10.21175/RadJ.2016.03.040.

E. Радови у зборницима домаћих конференција штампани у целини (**M63**)

[E1] **D. Sarvan**, Đ. Stratimirović, S. Blesić, J. Ajtić, Analiza dinamike specifične aktivnosti berilijuma-7 u površinskom sloju atmosfere, XXVIII Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Institut za nuklearne nauke „Vinča” i Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Zbornik radova, 20–27, 30. septembar – 2. oktobar, Vršac, 2015.

[E2] J. Ajtić, V. Đurđević, **D. Sarvan**, D. Todorović, J. Nikolić, Berilijum-7 i visina tropopauze: Analiza korelacija po pojasevima geografske širine, XXVIII Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Institut za nuklearne nauke „Vinča” i Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Zbornik radova, 35–42, 30. septembar – 2. oktobar, Vršac, 2015.

[E3] J. Ajtić, **D. Sarvan**, D. Todorović, M. Rajačić, J. Krneta Nikolić, V. Djurdjevic, B. Zorko, B. Vodenik, D. Glavič Cindro, J. Kožar Logar, Faktorska analiza specifičnih aktivnosti berilijuma-7 i olova-210 u prizemnom sloju vazduha, i meteoroloških parametara, XXIX Simpozijum Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Institut za nuklearne nauke „Vinča” i Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Zbornik radova, 19–27, 27–29. septembar, Srebrno jezero, 2017.

4 Провера оригиналности докторске дисертације

Провером оригиналности докторске дисертације Дарка Сарвана, спроведене 22.11.2018. године од стране Универзитетске библиотеке Светозар Марковић, Београд, на основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (http://valtez.rcub.bg.ac.rs/Files/Pravilnik_o_postupku_provere_originalnosti-dok_disert.pdf) помоћу програма “iThenticate”, утврђено је да дисертација садржи 3% текста који се јавља у другим текстовима доступним библиотеци (базе свих часописа са SCI листе, базе докторских дисертација и мастер теза у свету и код нас). Поклапања су нађена са укљученим опцијама: “Quotes Excluded” (изоставља из провере цитирани текст) и “Bibliography Excluded” (изоставља из провере референце).

Највећи део поклапања се односи на случајне речи у тексту као и математичке формуле које се јављају у публикованим радовима докторанда, док је остатак грешка програма попут највише поклапања са фајлом финског сајта www.industriacenter.fi у којем је нађено 1% преклапања или 135 речи, које у ствари представљају преклапања са коефицијентима који су добијени у приложеној докторској дисертацији. Сва остала преклапања су са <1% укључујући и два рада која су коришћена у дисертацији [A1] и [A3], као и у раду [E1], у којима су нађене спорадичне речи при описивању метода и коришћене математичке формуле.

Стога сматрамо да је утврђено да је докторска дисертација Дарка Сарвана у потпуности оригинална, као и да су у потпуности испоштована академска правила цитирања и навођења, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

ЗАКЉУЧАК

На основу актуелности теме, значаја добијених резултата и начина њихове презентације у докторској дисертацији, као и досадашњег истраживачког рада и публикација кандидата, сматрамо да докторски рад **Статистичко-механичка анализа националних тржишта** кандидата Дарка Сарвана даје значајан допринос научној области Статистичке физике, и да су задовољени сви законом прописани услови за одобравање јавне одбране дисертације. Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да ову докторску дисертацију прихвати и одобри њену јавну одбрану.

У Београду, 23. јануар 2019.

Чланови Комисије

др Владимир Миљковић
доцент
Физички факултет
Универзитета у Београду

др Милан Кнежевић
редовни професор
Физички факултет
Универзитета у Београду

др Ђорђе Стратимировић
доцент
Стоматолошки факултет
Универзитета у Београду