

Наставно-научном већу
Математичког факултета
Универзитета у Београду

На 396. седници Наставно-научног већа Математичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 23. септембра 2022. године, именовани смо за чланове комисије за преглед и оцену докторске дисертације “Непосредна детекција космичке прашине радио-уређајима свемирских летелица” кандидаткиње Кристине Рацковић Бабић. На основу увида у садржај дисертације подносимо Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

Биографски подаци кандидата

Кристина Рацковић Бабић је рођена 18.08.1984. године у Чачку. Основну школу као и гимназију завршила је у Чачку. Школске 2003/2004. године уписала је основне студије на Математичком факултету Универзитета у Београду, смер Астрономија где је 2011. године стекла диплому. Школске 2015/2016. уписала је докторске академске студије на истом факултету. Школске 2018/2019. започела је докторске академске студије по принципу коменторства у сарадњи између Универзитета у Београду и Париске Опсерваторије.

У периоду 2009-2011. године ангажована је као наставник за националне и међународне астрономске и астрофизичке олимпијаде од стране Српског астрономског друштва, уз подршку Министарства просвете, науке и технолошког развоја (освојене златна, сребрна и бронзана медаља на Олимпијади у Криму 2010. године). У периоду 2011-2016. године била је ангажована као наставник математике у Средњој саобраћајној школи у Земуну. У периоду 2016-2018. је ангажована као сарадник у настави на Катедри за Астрономију, Математичког факултета Универзитета у Београду, на предметима: Основи астрономије, Рационална механика 1, Општа астрономија - практикум. Од 17.10.2018. ангажована је на Математичком факултету Универзитета у Београду са звањем истраживач-приправник на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, број ИИИ44002 “Астроинформатика: примена ИТ у астрономији и сродним областима”, под руководством др Дарка Јевремовића. У звање истраживача сарадника изабрана је 10.02.2022. у истој НИО.

Научно-истраживачки рад кандидата

Научно истраживачки рад кандидаткиње се одвија у области детекције космичке прашине радио инструментима неколико свемирских летелица. Рад се састоји од детектовања и анализе таласних облика присутних у сигналу, који се везују за утицај прашине на саму летелицу, као и од теоријског разматрања физичких процеса који побуђују посматране облике у сигналу.

У оквиру ове докторске дисертације осмишљен је и тестиран теоријски модел који даје објашњење настанка поменутих сигнала. Модел омогућава процену физичких карактеристика прашине на основу анализе детектованих напонских таласних облика. Модел показује да својства детектованог сигнала у великој мери зависе од локалног

окружења конкретне летелице, као и од динамике облака јонизованог гаса насталог сударном јонизацијом. Аналитички модел представљен у дисертацији проширује постојећи теоријски модел (дат у раду *Zaslavsky 2015*), јер узима у обзир процесе који раније нису били разматрани. У оквиру представљеног модела, настанак напонског импулса је разматран као комбинација утицаја прикупљања негативних наелектрисања од стране летелице и електростатичког утицаја околних позитивних наелектрисања. Модел је тестиран на подацима детектованим радио-уређајем обе летелице *STEREO* мисије. Примена модела на конкретне посматрачке податке даје увид у одређивање различитих физичких својстава прашине, односно насталог јонизованог гасног облака, као што су електронска температура, укупно наелектрисање и др.

Други део докторске дисертације односи се на детекцију међузвездане прашине. Показано је да смер орбиталног кретања свемирске летелице у односу на правац протицања међузвездане прашине даје могућност разлучивања међузвездане компоненте од других популација прашине унутар Сунчевог система. Анализом догађаја детекције прашине уз помоћ радио-уређаја у оквиру свемирске летелице *Solar Orbiter* примећен је изостанак популације међузвездане прашине. Међутим, анализом догађаја детекције прашине уз помоћ радио-уређаја у оквиру свемирских летелица *STEREO* и *Wind* (где је могуће праћење компоненте међузвездане прашине на великој временској скали од два циклуса Сунчеве активности), уочено је да проток међузвездане прашине варира током Сунчевог циклуса. Посматрано је да услед промене поларитета магнетног поља, снап малих зрна међузвездане прашине претрпи својеврсно фокусирање, или пак дефокусирање. То резултује одгуравањем честица прашине ка, или даље од равни Сунчевог магнетног екватора, посредством магнетног поља Сунчевог ветра, што утиче на даљу динамику и укупан проток међузвездане прашине у унутрашњој хелиосфери.

Кандидаткиња је коаутор 2 научна рада публикована у часописима са *SCI* листе, самосталног рада објављеног у међународном часопису са рецензијом и 5 радова приказаних на научним скуповима.

Библиографија кандидата

А) Научни радови у часописима од међународног значаја са *SCI* листе

1. *An analytical model for dust impact voltage signals and its application to STEREO/WAVES data*, **K. Rackovic Babic**, A. Zaslavsky, K. Issautier, N. Meyer-Vernet, D. Onic, *Astronomy & Astrophysics*, vol. 659, A15, (2022), **M21**
2. *First Dust Measurements with the Solar Orbiter Radio and Plasma Wave instrument*, A. Zaslavsky, I. Mann, J. Soucek, A. Czechowski, D. Piša, J. Vaverka, N. Meyer-Vernet, M. Maksimovic, E. Lorfèvre, K. Issautier, **K. Rackovic Babic**, S. D. Bale, M. Morooka, A. Vecchio, T. Chust, Y. Khotyaintsev, V. Krasnoselskikh, M. Kretzschmar, D. Plettemeier, M. Steller, Š. Štverák, P. Trávníček, A. Vaivads, *Astronomy & Astrophysics*, vol. 656, A30, (2021), **M21**

3. *Machine Learning Detection of Dust Impacts Signals Observed by the Solar Orbiter*, A. Kvammen, K. Wickstrøm, S. Kociscak, J. Vaverka, L. Nouzak, A. Zaslavsky, **K. Racković Babić**, A. Gjelsvik, D. Pisa, J. Souček, I. Mann, *Annales Geophysicae*, <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-725>, (2022), (прихваћен за štampu) **M22**

B) Научни радови у часописима од међународног значаја

1. *The statistical behavior of dust-related radio waves*, **K. Racković Babić**, *Applied Mathematics, Informatics & Mechanics* (ISSN 2217-5539), 2022. (прихваћен за štampu), **M53**

C) Научна саопштења на конференцијама штампана у изводу, из дисертације

1. **Racković Babić K.**, Zaslavsky A., Issautier K., Meyer-Vernet N., Mann I., Czechowski A., Onić D., *Variation of the interstellar dust flux near 1 AU derived from STEREO/WAVES and Wind/WAVES instruments, 44th COSPAR Scientific Assembly. Held 16-24 July, 2022. Online at <https://www.cosparathens2022.org/>. Abstract C5.2-0014-22.*

2. Zaslavsky A., **Racković Babić K.**, Issautier K., Meyer-Vernet N., Maksimovic M., Mann I., Kociscak S., Czechowski A., Veverka J., Soucek J., Pisa D., Dudok de Wit T., Kretzschmar M., Gasque L., Poppe A., Lee C., Bale S., *Interplanetary dust observations with radio and plasma waves instruments, from Wind to Solar orbiter, 44th COSPAR Scientific Assembly. Held 16-24 July, 2022. Online at <https://www.cosparathens2022.org/>. Abstract C5.2-0013-22.*

3. **Racković Babić K.**, Zaslavsky A., Issautier K., Meyer-Vernet N., Onić D., *An analytical model for dust impact voltage signals, and its application to STEREO/WAVES data, EGU22, the 24th EGU General Assembly, held 23-27 May, 2022 in Vienna, Austria and Online. Online at <https://egu22.eu/>, id.EGU22-4363*

4. Zaslavsky A., Mann I., Bale S., Czechowski A., Issautier K., Lorfèvre E., Maksimovic M., **Racković Babić K.**, Soucek J., Vaverka J., *Interplanetary dust observations with the Solar Orbiter RPW instrument: a first year of data, vEGU21, the 23rd EGU General Assembly, held online 19-30 April, 2021, id.EGU21-4482*

5. **Racković Babić K.**, Issautier K., Zaslavsky A., *In situ dust measurements in the solar wind from S/WAVES TDS instrument on STEREO mission, 22nd EGU General Assembly, held online 4-8 May, 2020, id.8793*

D) Остали радови у часописима од међународног значаја са *SCI* листе

1. *Meteoroid environment on the transfer trajectories to Mars*, Marčeta D., Šegan S., Rašuo B., **Racković Babić K.**, *Aerospace Science and Technology*, vol 56, 14-21

Кратак приказ и структура докторске дисертације

У складу са потписаним уговором о коменторству између Универзитета у Београду и Париске Опсерваторије, докторска дисертација је писана на енглеском језику. Дисертација садржи укупно 164 странице текста са списком коришћене литературе, 22 слике и 3 табеле. Резиме дисертације је писан на енглеском, француском и српском језику. Структура текста је следећа:

1. Introduction (1-6)
2. Dust in the solar system (7-26)
3. Model for dust impact voltage signals, application to S/WAVES data (27-54)
4. Variation of the interstellar dust flux near 1 AU (55-78)
5. Conclusions (79-82)
6. Publications (83-138)
7. Bibliography (139-164)

Предмет дисертације је детекција космичке прашине радио-уређајима са неколико свемирских летелица. У првом делу дисертације даје се осврт на популацију космичке прашине уопштено, где се говори се о динамици прашине као и досадашњим начинима детекције. У трећем поглављу, направљен је осврт на детекцију прашине радио инструментима. Представљен је процес ударне јонизације, како до њега долази и чиме резултује. Наведени су претходни модели који су се развијали упоредо са напретком технологије израде радио уређаја на летелицама. У овом поглављу је представљен нови аналитички модел који објашњава процес настанка таласних облика под дејством прашине. Модел показује да својства детектованих сигнала у великој мери зависе од локалног окружења конкретне летелице, као и од динамике облака јонизованог гаса насталог ударном јонизацијом. У сврху тестирања модела сачињена је база података свих сигнала са *STEREO A* и *STEREO B* сателита насталих сударом прашине са летелицом. Показано је да се предности аналитичког модела из дисертације огледају у једноставности његове примене на великим базама података (које су нам углавном доступне са бројних свемирских мисија) и у добијању увида у неке физичке карактеристике јонизованог облака који настаје у окружењу места судара зрна прашине и летелице. Из података добијених применом модела први пут су непосредно из посматрања добијене вредности температуре електрона, као и брзине кретања јона ударног облака. У четвртном поглављу је представљена међузвездана прашина, начин њеног детектовања и тренутна доступна сазнања из ове области. Приказана је анализа доступних података са свемирских летелица *STEREO* и *Wind* којом је на великој временској скали показана временска зависност протока међузвездане прашине са

активношћу Сунца током циклуса. Описан је процес фокусирања и дефокусирања снопа прашине услед промене поларизације магнетног поља, као и последице које ово оставља на динамику прашине и укупан проток међузвездане прашине у унутрашњој хелиосфери. Значај добијених резултата се огледа и у примењивости модела и у другим областима изучавања међузвездане прашине.

Преглед важнијих научних резултата дисертације

У првом делу дисертације осмишљен је и тестиран аналитички модел који објашњава процес настанка детектованих сигнала под утицајем прашине. Модел показује да својства детектованих сигнала у великој мери зависе од ближег окружења летелице, као и од динамике облака јонизованог гаса насталог сударом честица прашине и летелице. Примена модела на податке добијене са оба сателита мисије *STEREO* даје нов увид у физичка својства облака, где су први пут добијене вредности температуре електрона, као и брзина кретања јона у сударном облаку.

У другом делу дисертације први пут је кроз посматрања на великој временској скали показана веза између детекције међузвездане прашине на удаљености од 1АЈ, Сунчеве активности и магнетног поља Сунца. Показано је да услед промене поларитета магнетног поља, снопови ситнијих зрна међузвездане прашине претрпе процес фокусирања или дефокусирања и да то одређује даљу динамику прашине као и њен проток кроз унутрашњу хелиосферу.

Закључак и предлог комисије

Докторска дисертације Кристине Рацковић Бабић под називом “Непосредна детекција космичке прашине радио-уређајима свемирских летелица” целовито је научно дело које прегледно разматра неколико тема везаних за детекцију и анализу космичке прашине посредством радио-уређаја.

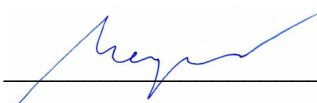
Кандидаткиња је стекла и демонстрирала висок ниво знања и разумевања проблема детекције космичке прашине, физичких процеса који се одигравају приликом контакта честице прашине и свемирске летелице, као и анализе података добијених са сателита. Резултати дисертације добијени применом новог аналитичког модела из дисертације, представљају оригиналан научни допринос као први такви резултати добијени из директних посматрања. Такође, повезивање Сунчеве активности и детекције међузвездане прашине теоријски и практично представља значајан допринос у даљим истраживањима из области.

Стога, предлажемо Наставно-научном већу Математичког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај извештај и позитивну оцену докторске дисертације “Непосредна детекција космичке прашине радио-уређајима свемирских летелица” кандидаткиње Кристине Рацковић Бабић и одреди комисију за њену одбрану.

У Београду, 09. новембра 2022. године,

Комисија за преглед и оцену:

Проф. др Душан Онић
доцент, ментор



др Марко Сталевски
виши научни сарадник

др Владимир Зековић
научни сарадник



Dr Karine Issautier
научни саветник, ЦНРС-Париска Опсерваторија

Rezeau

Signature numérique
de Rezeau
Date : 2022.10.27
19:48:37 +02'00'

Dr Laurence Rezeau
редовни професор, Универзитет Сорбона

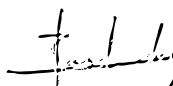
Hervé Lamy

Digitally signed by Hervé Lamy
Date : 2022.10.27 17:49:48
+02'00'

Dr Herve Lamy
научни саветник, ИАЦБ/БИРА Белгија



Dr Christian Mazzelle
научни саветник, ИРАП



Dr Arnaud Zaslavsky
ванредни професор, Универзитет у Сорбони