

На основу захтева бр. 69/1 који је др Марина Павловић поднела 2.2.2024. године, Научно веће Астрономске опсерваторије у Београду на 13. седници одржаној 10.4.2024. именовало нас је у Комисију за оцену испуњености услова за избор у научно звање НАУЧНИ САРАДНИК кандидата др Марине Павловић.

На основу достављене документације о научно истраживачком раду кандидата, а у складу са Законом о науци и истраживањима и Правилником о стицању истраживачких и научних звања подносимо Научном већу Астрономске опсерваторије следећи

Извештај комисије за оцену испуњености услова за избор у звање научни сарадник кандидата др Марине Павловић

1) Биографски подаци

Др Марина Павловић је рођена 6.6.1993. године у Лесковцу. Основну школу „8. Октобар“ у Власотинцу завршила је 2008. године, као ученик генерације, када је уписала Гимназију „Стеван Јаковљевић“, природно-математички смер, такође у Власотинцу.

По завршетку средње школе, 2012. године, уписала је основне академске студије физике на Природно-Математичком факултету у Новом Саду, смер астрономија са астрофизиком. Током студија учествовала је на манифестацијама као што су Фестивал науке, Ноћ истраживача и студентска астрономска радионица (САР) у Београду и Новом Саду. 2016. године је такође присуствовала Студентској Видојевичкој Астрономској пракси (СВАП). Основне академске студије физике - астрономија са астрофизиком завршила је 15.9.2017. године, и октобра исте године уписала је мастер академске студије физике- астрономија са астрофизиком, на Природно-Математичком факултету у Новом Саду, које је завршила 14.9.2018. године, одбраном мастер рада под називом „Утицај интеракција галаксија на њихово термално и нетермално зрачење на великим црвеним помацима“. Исте године уписала је докторске академске студије на Математичком факултету у Београду, смер Астрономија и астрофизика. На докторским студијама наставила је да се бави еволуцијом Далеке инфрацрвене-радио корелације, под менторством Проф. др Тијане Продановић, ванредног професора на Математичком факултету Универзитета у Београду. Докторске студије завршила је 18.11.2022. године, одбраном докторске дисертације под називом „Утицај интеракција удаљених галаксија на њихово нетермално радио – зрачење“. Од 2019. године ради као истраживач на Математичком Институту Српске Академије наука и уметности, на сектору за механику.

Након докторских студија прикључује се СЕР-САГ тиму и почиње рад на прављењу софтвера за моделовање светлосних кривих активних галактичких језгара коришћењем кондиционих неуронских процеса, под менторством проф. др Анђелке Ковачевић. Прва

верзија софтвера може се наћи на PyPI платформи у виду Пајтон пакета под називом QNPу.

Др Павловић је веома активна на популаризацији астрономије и астрофизике у Србији. Од 2012. године је одржала преко 150 научно популарних предавања у Србији, Хрватској и Босни и Херцеговини. 2019/20/21 године учествовала је на три пројекта финансираних од стране Центра за промоцију науке под називом „Еколошка Супернова – Војводина се враћа на Млечни пут“ и „Еколошка Супернова – Србија се враћа на Млечни пут“, као и на пројекту „Фрушка гора испод звезданог мора“ реализованог 2021. године. Др Павловић била је руководиоц пројекта „Космос уживо са Марином и Теодором“, који је такође финансиран од стране Центра за промоцију науке, реализованог 2020/21. године. Др Павловић учествује у организацији такмичења из Астрономије од 2024. године, и предаје предмете Астрономија и Основе Астрономије и Астрофизике као спољни сарадник гимназије „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду. Од 2020. године је члан Националног комитета за едукацију Астрономије при Међународној Астрономској Унији, у склопу чега је била главни организатор првог националног такмичења у Астрофотографији за ученике основних и средњих школа под називом „Усликај ноћно небо“.

2) Преглед научне активности

Током докторских студија кандидат др Марина Павловић је била запослена на Математичком Институту Српске Академије Наука и Уметности, на коме наставља свој рад и након завршетка докторских студија. Научно истраживачки рад кандидата за време докторских студија био је заснован на испитивању утицаја судара далеких галаксија на њихово нетермално радио зрачење.

Главни циљ докторске дисертације др Марине Павловић био је испитивање физичких процеса који доводе до еволуције Далеке Инфрацрвене – радио (ДИР) корелације са црвеним помаком. Као могући узрок еволуције претпостављена је по први пут, и испитана интеракција између галаксија (судари и блиски пролази).

У првом делу дисертације развијени су параметарски модели еволуције ДИР корелације са црвеним помаком у функцији од стопе интеракција галаксија. Модели су тестирани на узорку галаксија са одређеном морфологијом одвојено за дисколике галаксије и за галаксије које су скоро биле или су тренутно у интеракцији - неправилне галаксије.

Други део докторске дисертације садржи анализу на малом узорку који чине 34 галаксије из великог COSMOS узорка, где је показано да постоји индикација да интеракција између галаксија може бити заслужна за евентуалну еволуцију корелације са црвеним помаком.

Трећи део дисертације садржи анализу спроведену на већем узорку галаксија у којима се формирају звезде, преузетом из COSMOS прегледа неба. Резултати ове анализе нису показали никакву еволуцију корелације са црвеним помаком. Такође, показано је да је средња вредност параметра корелације нижа код неправилних галаксија у односу на дисколике.

Након завршених докторских студија др Марина Павловић наставља свој рад као постдокторанд у склопу CEP-CAГ-C1 in-kind контрибуционог тима (<http://astro-cloud.pmf.kg.ac.rs/index.html>) LSST (Legacy Survey of Space and Time, надаље ЛССТ), Вера Ц. Рубин Опсерваторије. У склопу тима, кандидат ради на развијању софтвера за моделовање светлосних кривих променљивих квазара на бази Кондиционих Неуронских Процеса. Прва верзија софтвера објављена је у виду Пајтон пакета на РупИ платформи под именом QNPу (modeling Quasars time series using Neural Processes in python). Детаљан опис софтвера може се наћи на GitHub страници: <https://github.com/kittytheastronaut/QNPу>, на којој се налазе и детаљне скрипте како се користи софтвер.

Др Марина Павловић је почетком године постала члан комисионог тима на Вера Ц. Рубин опсерваторији у Чилеу, где ће провести 6 месеци у 2024. години.

Кандидат др Павловић је учествовала на великом броју међународних конференција укључујући престижну конференцију „The restless nature of AGN: 10 years later” одржаној у Напуљу од 26.-30. јуна 2023. године, са постер презентацијом. На 20. конференцији Астронома Србије у Београду од 16.-20. Октобра 2023, одржала је два предавања, а на симпозијуму „The thirteenth Symposium "Mathematics and Applications" у Београду, који је одржан од 1.-2. Децембра 2023, одржала је једно предавање.

3) Библиографија и анализа радова

3.1 Научни ниво и значај резултата

Др Марина Павловић се до сада бавила испитивањем утицаја интеракција галаксија на њихово нетермално радио зрачење, као и на развојању софтвера за моделовање светлосних кривих квазара коришћењем машинског учења. Значај радова се огледа у квалитету часописа у којима су објављени и који су од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије оцењени као врхунски и истакнути међународни часописи. Кандидат др Павловић је до сада објавила 1 рад у категорији M21, 1 рад у категорији M22, 1 рад у категорији M23 и два рада у категорији M51.

3.2.1 Библиографија

А. Врхунски међународни часопис (M21 = 8):

Број публикација = 1

Вредност = $8 \times 1 = 8$

Нормирана вредност = 8

1. **Pavlović S.M**, Prodanović S.T, (2019): Impact of galactic interactions on the evolution of the Far Infrared-Radio correlation. Mon. Notices Royal Astron. Soc 489: 4557-4564, категорија **M21**, **8 бодова**, $IF_{2019} = 5.357$.

Б. Истакнути међународни часопис (M22 = 5)

Број публикација = 1

Вредност = $5 \times 1 = 5$

Нормирана вредност = 3.57

1. Kovačević, A.B.; Ilić, D.; Popović, L.Č.; Andrić Mitrović, N.; Nikolić, M.; **Pavlović, M.S.**; Čvorović-Hajdinjak, I.; Knežević, M.; Savić, D.V. Deep Learning of Quasar Lightcurves in the LSST Era. Universe 2023, 9, 287, категорија **M22**, **5 бодова**, **нормирано 3.57**, $IF_{2023} = 2.9$

В. Међународни часопис (M23 =3)

Број публикација = 1

Вредност = $3 \times 1 = 3$

Нормирана вредност = 3

1. **Pavlović S.M**, (2021): Does the FIR-radio correlation evolve in the disk and irregular galaxies? Serbian Astronomical Journal. Vol 203:15-27, категорија **M23**, **3 бода**, $IF_{2021} = 1.1$

Г. Врхунски часопис националног значаја (M51 = 2)

Број публикација = 2

Вредност = $2 \times 2 = 4$

Нормирана вредност = 4

1. **Pavlović S.M**, Prodanović S.T, (2019): What is driving the evolution of the Far Infrared-Radio correlation. Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi Sad, 137: 9-16, категорија **M51**, **2 бода**, IF нема
2. Radulović D.N, **Pavlović S.M**, Prodanović S.T, (2019): Examining the morphology of galaxies at high redshifts. Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi Sad, 137: 23-31, категорија **M51**, **2 бода**, IF нема

3.2.2 Анализа, квалитет и значај научних радова. Самосталност у научном истраживању

A1: У овом раду је по први пут испитан утицај интеракције галаксија на еволуцију Далеке инфрацрвене радио корелације са црвеним помаком. Линеарност ове корелације често се у астрофизици користи као алат за проучавање физичких процеса код далеких система, те је

веома важно наћи узрок еволуције корелације са црвеним помаком. Интеракције галаксија играју велику улогу у еволуцији галаксија, а приликом судара и блиских пролаза долази до појачане емисије нетермалног радио зрачења што може довести до виђене еволуције корелације са црвеним помаком. У овом раду је први пут показана индикација да је узрок еволуције Далеке инфрацрвене радио корелације са црвеним помаком, галактичка интеракција. Овај рад има три аутоцитета.

Др Павловић је као први аутор овог рада радила на развијању методологије, анализи и интерпретацији резултата, као и на самом писању рада.

Б1: У овом раду представљен је нови приступ моделовања светлосних кривих квазара коришћењем дубоког учења, специфично Кондиционих Неуронских Процеса. Велики проблем за моделовање светлосних кривих активних галактичких језгара представљају празнине у посматрању током времена, те су нови методи за њихово моделовање веома пожељни, а њихова значајност показале се највише на многобројним новим подацима који ће ускоро доћи са ЛССТ телескопа. У овом раду је показано да неуронски процеси веома добро моделују светлосне криве кластерованих квазара, што представља значајни помак у пољу проучавања променљивих квазара.

Др Павловић је радила на развијању софтвера на бази кондиционих неуронских процеса, његову припрему за објављивање у виду пајтон пакета, као и тестирању самог софтвера. Учествовала је и на писању датог рада. Потписници реферата који су и коаутори рада потпуно потврђују самосталност и допринос кандидата у овом раду.

В1: У овом раду је испитан утицај галактичких интеракција на еволуцију Далеке инфрацрвене радио корелације са црвеним помаком. Значајне анализе су урађене за критеријуме за детекцију активних галактичких језгара, чије зрачење у нетермалном делу спектра може мимиковати нетермално зрачење које настаје приликом судара галаксија. Покренута је дискусија одређивања морфологије галаксија на великим црвеним помацима путем оптичких слика, које за велике црвене помаке претстављају значајну препреку. Први пут је анализирана могућност да виђена еволуција корелације са црвеним помаком заправо не постоји, већ да је резултат неадекватног рачунања радио спектралног индекса за далеке прашинасте галаксије.

Др Павловић је као једини аутор овог рада радила на развијању методологије, анализи и интерпретацији резултата, као и на самом писању рада.

Г1: У овом раду је поновљена анализа рада А1, са значајним фокусом на величине самог узорка. Детаљно је дискутована квантификација самог узорка као и проблеми који се показују код статистички малог броја података. Уведен је по први пут проблем коришћења морфологије галаксија као индикатор прошлих и садашњих интеракција између галаксија.

Др Павловић је као први аутор овог рада радила на развијању методологије, анализи и интерпретацији резултата, као и на самом писању рада.

Г2: Овај рад представља детаљну квантизацију морфолошких параметара код галаксија. Показана је проблематика одређивања морфологија галаксија на великим црвеним помацима помоћу оптичких параметара. Први пут је уведена идеја коришћења морфолошких параметара, као и њихове могуће корелације, за одређивање стадијума судара галаксија на великим црвеним помацима.

Др Павловић је у овом раду дала допринос у анализи података и интерпретацији резултата, а учествовала је и у писању самог рада.

3.3 Саопштења са конференција и научних скупова (М34 = 0.5)

1. **M. Pavlovic** and T. Prodanovic, Belgrade, Serbia 2023. “THE INFLUENCE OF INTERACTIONS OF DISTANT GALAXIES ON THEIR NON-THERMAL RADIO EMISSION”, XX Serbian Astronomical Conference, October 16-20, 2023, Belgrade, Serbia, Book of abstracts, eds. J, категорија **М34, 0.5 бода**
2. **M. Pavlovic**, D. Ilic, J. Kovacevic Dojcinovic, M. Vucetic, M. Jurkovic, Belgrade, Serbia 2023.” ASTRONOMY EDUCATION THROUGH DIGITAL MEDIA “,XX Serbian Astronomical Conference, October 16-20, 2023, Belgrade, Serbia, Book of abstracts, eds. J, категорија **М34, 0.5 бода, нормирано 0.36 бодова**
3. **M. Pavlovic**, A. Kovacevic, D. Ilic, I. Cvorovic Hajdinjak, L.C. Popovic, S. Simic, Belgrade, Serbia 2023. “Harnessing Deep Learning for Quasar Light Curve Modeling with QNPу”, Symposium MATHEMATICS AND APPLICATION, Book of abstracts, категорија **М34, 0.5 бода, нормирано 0.42 бодова.**

3.4 Одбрањена докторска дисертација

Павловић Марина, 2022, докторска дисертација „Утицај интеракција удаљених галаксија на њихово нетермално радио – зрачење“, урађена под менторством професора др Тијане Продановић у Србији, одбрањена 18.11.2022. године, на Математичком факултету, Универзитета у Београду. Категорија **М70, 6 бодова.**

4) Квалитативна оцена научног доприноса

4.1. Учешће на конференцијама

Кандидаткиња је као излагач учествовала на више конференција:

1. M. Pavlovic and T. Prodanovic, Vipava, Slovenia 2019. “What is driving the evolution of the FIR-radio correlation”, ASTRO.CE. – студентска конференција без објављеног апстракта.
2. M. Pavlovic and T. Prodanovic, Novi Sad, Serbia 2019. “What is driving the evolution of the FIR-radio correlation”, Development of astronomy and physics in the area of today’s Vojvodina. – објављен рад који је рачунат у претходном поглављу

3. M. Pavlovic, Neum, Bosnia and Herzegovina 2019. "How to communicate science?", CONNECT 03 – Awareness and convergence - студентска конференција без објављеног апстракта.
4. M. Pavlovic, A. Kovacevic, D. Ilic, L.C. Popovic, N. Andric Mitrovic, M. Nikolic, I. Cvorovic – Hajdinjak, M. Knezevic, Dj. Savic, Napoli, Italy 2023. "LSST AGN Data Challenge database: clustering and variability analysis of quasar light curves", Restless Nature of AGN – 10 years later, постер презентација
5. M. Pavlovic and T. Prodanovic, Belgrade, Serbia 2023. "THE INFLUENCE OF INTERACTIONS OF DISTANT GALAXIES ON THEIR NON-THERMAL RADIO EMISSION", XX SAC
6. M. Pavlovic, D. Ilic, J. Kovacevic Dojcinovic, M. Vucetic, M. Jurkovic, Belgrade, Serbia 2023." ASTRONOMY EDUCATION THROUGH DIGITAL MEDIA ", XX SAC
7. M. Pavlovic, A. Kovacevic, D. Ilic, I. Cvorovic Hajdinjak, L.C. Popovic, S. Simic, Belgrade, Serbia 2023. "Harnessing Deep Learning for Quasar Light Curve Modeling with QNPу", Symposium MATHEMATICS AND APPLICATION

4.2. Међународна научна сарадња

Др Марини Павловић је почетком године додељена важна позиција у LCCT SITCom (System Integration, Test and Commissioning) тиму која укључује рад на Опсерваторији Вера Ц. Рубин у Ла Серени, Чиле, где ће бити стационирана шест месеци, од 1. јуна до 1. децембра 2024. Др Павловић ће радити као члан инжењерског тима, на тестирању главних компоненти телескопа пре самог пуштања у рад. Активним учешћем у рад на Опсерваторији, кандидаткиња ће пружити непроцењиве увиде у динамику рада на пројекту, и омогућити тестирање развијених софтвера CEP-CAG-C1 тима на подацима у комисионој фази рада телескопа.

4.3 Цитираност

Радови кандидата још нису цитирани у базама NASA Astrophysics Data System (ADS), SCOPUS и Web of Science. На основу ADS базе, H – индекс др Марине Павловић је 1. Укупан износ и структура M коефицијената задовољавају критеријуме за избор у научног сарадника.

5) Укупне вредности бодова

Ознака	К – вредност резултата	Број резултата	Укупна (ненормирана) вредност резултата	Укупна (нормирана) вредност резултата
M21	8	1	8	8

M22	5	1	5	3.57
M23	3	1	3	3
M34	0.5	3	1.5	1.28
M51	2	2	4	4
M70	6	1	6	6
Неопходно за избор у научног сарадника				
Укупно > 16		10	27.5	25.85
ОБАВЕЗНИ (1)				
M10+M20+M31+M32+ M33+M41+M42 > 10		3	16	14.57
ОБАВЕЗНИ (2)				
M11+M12+M21+M22+ M23 > 6		3	16	14.57

Увидом у приложену документацију кандидата др Марине Павловић види се да је остварен укупан број поена 25.85, више од потребних 16. У категорији Обавезни (1) која обухвата М20 радове кандидаткиња је остварила 14.57 поена (потребно 10) и такође у категорији Обавезни (2) кандидаткиња је остварила 14.57 поена (потребно 6). На основу наведеног може се закључити да др Марина Павловић испуњава квантитативне услове одређене Правилником за избор у звање научни сарадник.

Мишљење и препорука

Увидом у приложену документацију за избор у звање, као и личног познавања кандидаткиње, Комисија је дошла до следећег закључка:

Др Марина Павловић у потпуности испуњава све квантитативне и квалитативне критеријуме предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања за избор у тражено звање. Током рада на докторској дисертацији и на постдокторском усавршавању остварила је оригиналне научне резултате које је објавила у међународним часописима и саопштила на бројним конференцијама. Према томе, препоручујемо Научном већу Астрономске опсерваторије да усвоји ово мишљење и донесе одлуку о прихватању предлога за ИЗБОР др Марине Павловић у звање НАУЧНИ САРАДНИК.

У Београду, 29.4.2024. године.

Чланови комисије

.....
др Мајда Смоле, научни сарадник
Астрономска опсерваторија, Београд
председник Комисије

.....
др Божидар Јовановић, научни саветник
Математички институт САНУ
члан Комисије

.....
др Лука Ч. Поповић, научни саветник
Астрономска опсерваторија, Београд
члан Комисије

.....
др Анђелка Ковачевић, ванредни професор
Математички факултет Универзитета у Београду
члан Комисије