

**Наставно-научном већу  
Математичког факултета  
Универзитета у Београду**

На 333. седници Наставно-научног већа Математичког факултета, Универзитета у Београду, од 24.06.2016. године одређени смо у Комисију за преглед и оцену докторске дисертације "Развој алгорита за испитивање припадности астероида фамилијама" кандидата Виктора Радовића. На основу увида у садржај дисертације подносимо следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **Биографија кандидата**

Виктор Радовић је рођен 11.11.1985. у Београду, где је завршио основну школу и гимназију. Математички факултет у Београду уписао је 2004. године. Основне студије, смер рачунарство и информатика завршио је 2011. године. Исте године се уписао на мастер студије на Математичком факултету у Београду на смеру Астрономија. Мастер рад под насловом "Одређивање релативних координата визуелно двојних звезда применом Фуријеових трансформација", одбранио је 2012. са оценом 10. У октобру исте године уписао се на докторске студије на смеру Астрономија и астрофизика. Положио је све испите са докторских студија са просечном оценом 9,25.

Виктор Радовић је запослен на Математичком факултету као асистент за ужу научну област Астрономија. Први пут је изабран у звање сарадника у настави 11.12.2012. године, а у звање асистента 15.12.2014. године. У свом досадашњем раду држао је вежбе из следећих предмета: Општа астрономија 1 и 2, Увод у астрономију, Одабрана поглавља астрономије, Положајна астрономија А и Б, Општа теорија релативности и космолошки модели, Звездани системи (мастер), Општа теорија релативности и космолошки модели (мастер), Теоријска астрономија А.

### **Научно-истраживачки рад кандидата**

Кандидат је свој научно-истраживачки рад започео на мастер студијама током којих се бавио проучавањем визуелно двојних звезда у сарадњи са др Зорицом Цветковић и др Радетом Павловићем са Астрономске опсерваторије у Београду. Резултат те сарадње је мастер рад кандидата, као и један објављени рад у часопису категорије М23.

Након уписа на докторске студије, кандидат се окреће проучавању малих тела Сунчевог система, и то пре свега сударних фамилија астероида, на чему највише сарађује са ментором др Бојаном Новаковићем и колегом др Душаном Марчетом, са Математичког

факултета, Универзитета у Београду.. Посебну пажњу у свом научном раду посветио је анализи физичких карактеристика астероида, и могућностима коришћења ове врсте података у циљу побољшања идентификације чланова фамилија. Током свог рада остварио је и међународну сарадњу, и то пре свега са др Валеријом Карубом, са Државног универзитета у Сао Паолу, у Бразилу.

## **Кратак приказ и структура докторске дисертације**

Научна област којој припада ова дисертација је планетарна астрономија, тј. конкретно мала тела Сунчевог система. Предмет рада је истраживање аспеката за унапређење одређених метода за анализу сударних фамилија астероида. Поменуто истраживање одвијало се у два главна правца. Рађено је на побољшавању приступа за испитивање припадности индивидуалних астероида фамилијама, као и на прецизном утврђивању ограничења код једне од метода за процену старости фамилија.

Метода хијерархијског груписања које се најчешће користе у сврху идентификације фамилија астероида, и посебно списка њихових чланова, има као ограничење проблем придруживања позадинских астероида услед тзв. ланчаног ефекта. Употребом расположивих физичких и хемијских карактеристика астероида могуће је знатно унапредити идентификацију чланова фамилије. Кандидат Виктор Радовић успешно је дефинисао одговарајуће критеријуме по којима се астероиди, иницијално придружени фамилији, елиминишу из исте на основу рефлексивних карактеристика површи. Затим, кандидат је увођењем додатног корака у примени методе за идентификацију успео додатно да ограничи присуство уљеза, и постигао већу поузданост у повезивању астероида са фамилијама.

Како би овај значајан резултат био доступан широј научној заједници, развијен је и интернет портал који омогућава једноставну примену новог алгоритма. Портал је назван "AsteroidsFamiliesPortal", и налази се на адреси <http://asteroids.matf.bg.ac.rs/fam/>.

Кандидат је такође детаљно испитао ограничења у примени методе интеграције уназад, која се користи за прецизно одређивање старости младих фамилија.

Дисертација садржи укупно 165 страница текста, укључујући два прилога, литературу и биографију аутора. Без прилога, литературе и биографије, дисертација садржи 124 страница текста са списком коришћене литературе од 315 референци, као и 46 слика и 13 табела. Структура текста је следећа:

1. Увод (1-5)
2. Орбиталне и динамичке карактеристике астероида (6-31)
3. Физичке карактеристике астероида (32-55)
4. Фамилије астероида (56-71)
5. Избацивање уљеза из фамилија астероида (72-105)
6. Границе примене методе интеграције уназад (106-121)
7. Закључак и будући рад (122-124)
8. Литература (125-147)
9. Прилог А: Остали резултати (148-156)
10. Прилог Б: Asteroids families portal (AFP) (157-164)
11. Биографија аутора (165)

Садржај саме дисертације кандидата је изложен у седам поглавља. Након првог, уводног поглавља, у другом и трећем дат је детаљан преглед орбиталних и физичких карактеристика астероида. Од физичких карактеристика посебна пажња је посвећена спектроскопским и фотометријским карактеристикама астероида због њиховог значаја за сам предмет и циљ дисертације. У четвртом поглављу описане су методе за идентификацију фамилија астероида, као и главне динамичке и физичке карактеристике фамилија.

Пето поглавље пружа увид у главне резултате ове дисертације. У њему је најпре описана метода која омогућава ефикасно избацавање уљеза из списка чланова фамилија, развијена у дисертацији, а затим је дат детаљан преглед резултата добијених применом развијене методе на неке фамилије у главном астероидном прстену. Коначно, на крају петог поглавља дата је критичка анализа и дискусија добијених резултата.

У шестом поглављу приказан је резултат који је везан за утврђивање граница за примену методе интеграције уназад у циљу одређивање старости фамилија. У последњем, седмом поглављу, сумирани су добијени резултати и описане су могућности за будући рад.

У Прилогу А дати су резултати примене методе на великом броју фамилија, док је у Прилогу Б укратко описана имплементација и начин функционисања интернет портала развијеног у циљу лакше употребе методе за елиминацију уљеза међу члановима фамилија астероида.

## **Преглед важнијих резултата дисертације**

Кандидат је током рада на овој дисертацији успео да развије алгоритам који омогућава побољшање у примени методе за идентификацију чланова фамилија астероида. Развијени алгоритам састоји се од четири главна корака:

1. Идентификација потенцијалних чланова фамилије применом методе хијерархијског груписања (МХГ) на иницијалном каталогу сопствених орбиталних елемената;
2. Идентификација уљеза у листи потенцијалних чланова фамилије коришћењем познатих физичких карактеристика астероида, а на основу дефинисаних критеријума;
3. Избацавање уљеза из каталога сопствених елемената чиме се добија модификовани каталог;
4. Поновна идентификација чланова фамилије применом МХГ на модификованом каталогу.

Добијени резултати показују да је ефекат ланчаног везивања знатно смањен применом развијеног алгоритма. Број избачених астероида као последица ланчаног ефекта достиже у неким случајевима и 50% од укупног броја идентификованих уљеза, што указује на велики значај унапређења које је кандидат имплементирао. Сам алгоритам омогућава и раздвајање преклопљених фамилија различитог таксономског комплекса. Све ово демонстрирано је детаљном анализом неколико великих фамилија астероида из главног астероидног прстена. Овај резултат објављен је у међународном часопису категорије M21a.

Други кључни резултат дисертације је утврђивање границе за примену методе интеграције уназад. Утврђено је да се она може поуздано применити на фамилије чија старост не прелази 18 милиона година. Како су показале анализе које је кандидат представио у дисертацији, добијена граница слабо зависи од коришћеног нумеричком интегратора, али у одређеној мери зависи од конкретне локације на којој се фамилија астероида налази, тј. од локалних динамичких карактеристика.

## Библиографија кандидата

Виктор Радовић објавио је 3 научна рада у часописима са СЦИ листе, и 1 рад у зборнику радова са међународне конференције. Такође, имао је и неколико саопштења на међународним и домаћим конференцијама.

Категорија рада	Број радова
Рад у научном часопису на СЦИ листи (M21)	2
Рад у научном часопису на СЦИ листи (M23)	1
Рад објављен у целини у зборнику радова са међународног научног скупа	1
Рад објављен само у изводу у зборнику радова са научног скупа	1

## Списак радова:

А) Научни радови објављени у часописима међународног значаја, из дисертације:

1. Radović, V., Novaković, B., Carruba, V., Marčeta, D., 2017, "An automatic approach to exclude interlopers from asteroid families", *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 470, 576-591, ISSN: 0035-8711, IF: 4.961, **M21**
2. Radović, V., 2017, "Limitations of backward integration method for asteroid families age estimation", *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, DOI: [doi.org/10.1093/mnras/stx1418](https://doi.org/10.1093/mnras/stx1418), ISSN: 0035-8711, IF: 4.961, **M21**

В) Научна саопштења на конференцијама штампана у целини, из дисертације:

1. Radović, V., Novaković, B., 2014, "Excluding interlopers from asteroid families" (IAU Symposium 310: Complex Planetary System, 07-11 July 2014., Namur, Belgium), 2014, *Proceedings of the IAU: Complex Planetary Systems*, Cambridge Univ. Press, IAUS, 310, 174-175, **M33**

С) Научна саопштења на конференцијама, из дисертације:

1. Radović, V., 2015, "Excluding interlopers from asteroid families", *Stardust ITN – Local training workshop*, 11 – 13 February 2015., Belgrade, Serbia (predavanje)
2. Novaković, B., Radović, V., 2014, "Excluding interlopers from asteroid families" *Asteroids, Comets, Meteors 2014. Proceedings of the conference held 30 June - 4 July, 2014 in Helsinki, Finland*. Edited by K. Muinonen et al.

D) Остали научни радови објављени у часописима међународног значаја:

1. Radović, V., Pavlović, R., Cvetković, Z., 2013, "Relative coordinate determination for visual double stars by applying Fourier transforms", Serbian Astronomical Journal, 186, 65-76, ISSN: 1450-698X, IF: 0.529, **M23**

E) Остала научна саопштења на конференцијама штампана у изводу:

1. Radović, V., 2014, "Relative coordinate determination for visual double stars by applying Fourier transforms", XVII Nac. Conf. Astron. Serbia, 23 – 27 September 2014., Belgrade, Serbia, **M34** (predavanje)

## Закључак и предлог комисије

Докторска дисертација Виктора Радовића под називом "Развој алгорита за испитивање припадности астероида фамилијама" је целовито научно дело које прегледно разматра неколико тема везаних за сударне фамилије астероида. Дисертација је изложена структурно и јасно, са детаљним прегледом свих потребних тема чиме је кандидат показао висок ниво знања и размевања проучаване материје. Резултати дисертације представљају оригинални научни допринос проучавању група астероида насталих као продукт судара два астероида. Из научне области којом се бави ова дисертација, кандидат је објавио, самостално или као коаутор, два рада у међународним часописима категорије М21, као и један рад из категорије М33. Поред тога имао је и неколико саопштења на научним конференцијама у земљи и иностранству.

Стога, предлажемо Наставно-научном већу Математичког факултета, Универзитета у Београду, да прихвати овај извештај и позитивну оцену докторске дисертације "Развој алгорита за испитивање припадности астероида фамилијама" кандидата Виктора Радовића, и одреди комисију за њену одбрану.

У Београду,  
26. јула 2017. године,

Комисија за преглед и оцену

---

др Бојан Новаковић, доцент (ментор)

---

др Зоран Кнежевић, академик

---

др Душан Марчета, доцент