

Избор у звање научни саветник:

Кандидат:

др Бранислав Цветковић

1. Биографски подаци

- ✚ Место и година рођења: Београд, 1979.
- ✚ Основне студије:
Физички факултет (1998-2002),
просек: 10,00
- ✚ Магистарске студије:
Физички факултет (2002-2005),
просек: 9,83
- ✚ Докторат: Физички факултет (2008)
Теза: *Асимптотска структура тродимензионе гравитације са торзијом*
Ментор: проф. др Милутин Благојевић
- ✚ Запослен на Институту за физику од 2003.
- ✚ У звање научни сарадник изабран 08.10.2008.
- ✚ У звање виши научни сарадник изабран 25.09.2013



2. Преглед научне активности

- ✚ Бранислав Цветковић је ангажован на фундаменталним истраживањима у оквиру пројекта ОИ „Физичке импликације модикованог простор-времена“ којим руководи проф. Маја Бурић.
- ✚ Основна тема његовог истраживачког рада који се одвија у оквиру дисциплине гравитација и астрозика односи се на *Поенкареову градијенту теорију* (скраћено ПГ), или теорију гравитације са торзијом. Ова теорија настала је 60-тих година прошлог века као алтернатива Ајнштајновој Општој теорији релативности (ОТР).
- ✚ Иако је Ајнштајнова ОТР имала велике успехе у објашњењу резултата мерења гравитационих ефеката, она је истовремено показивала и неке озбиљне слабости, као што су постојање класичних сингуларности и немогућност њене конзистентне квантизације. Алтернативне теорије су настале из потребе да се те слабости ОТР превазиђу.
- ✚ Полазећи од Поенкареове симетрије простор-времена без гравитационог поља, која је у складу са свим експериментима у физици основних интеракција, ПГ теорија уводи гравитацију локализацијом ове симетрије.
- ✚ ОТР је заснована на *Римановој* геометрији простор-времена, у којој се гравитација описује тензором *кривине*. Просторно-временски континуум у ПГ се карактерише *Риман-Картановом* геометријом, у којој се поред *кривине* појављује и *торзија* као геометријска карактеристика гравитације.
- ✚ Истраживања Бранислава Цветковића усмерена су на расветљавање динамичке улоге (кривине и) торзије у ПГ теорији гравитације.

2.1 Период пре претходног избора у звање

- ✚ Током постдипломских студија (2002-2005) кандидат је започео своју истраживачку каријеру канонском анализом Милке-Беклеровог (МБ) модела за тродимензиону гравитацију (ЗД) са торзијом.
- ✚ Током израде доктората (2005-2008) кандидат је наставио са испитивањем динамичке улоге торзије у оквиру МБ модела. Показано да торзија утиче на ентропију на вредност ентропије БТЗ црне рупе.
- ✚ Након доктората кандидат је наставио са истраживањем ЗД гравитације.
- ✚ Користећи метод канонске анализе кандидат је разјаснио неке важне динамичке аспекте тополошки масивне гравитације (ТМГ). Разрешена је контроверза, око броја пропагирајућих степени слободe: утврђено је да је за ТМГ тај број једнак 1, а не 3.
- ✚ Испитивањем канонске структуре БХТ (Бершоф-Хом-Таунзенд) теорије гравитације, изведен је закључак да је феномен парцијалне безмасености, по коме се за специјалан избор параметара број пропагирајућих степени слободe смањује за 1, везан искључиво за линеарну апроксимацију.
- ✚ Током 2010. кандидат је боравио на постдокторском усавршавању на Институту за теоријску физику Техничког универзитета у Бечу у групи др Данијела Грумилера, где се бавио холографском структуром ЗД Черн-Сајмонсове гравитације.
- ✚ ЗД ОТР као и МБ модел су тополошке теорије без пропагирајућих степени слободe. У Римановој геометрији, ово ограничење је превазиђено у моделима ТМГ и БХТ гравитације.
- ✚ Увођење пропагирајуће торзије се природно постиже прелазом на нови ПГ Лагранжијан, квадратичан по кривини и торзији што даје солидну основу за даља истраживања динамичке улоге торзије.

2.2 Период после избора у претходно звање

Након претходног избора у звање, у периоду (2013-2018), истраживање кандидата се одвијало у оквиру слеће четири теме.

+ *Канонска анализа гравитације са динамичком торзијом*

-Пошто Лагранжијан квадратичне ПГ теорије садржи 8 произвољних параметара, поставља се питање које су вредности параметара дозвољене у физички прихватљивој теорији. Ослањајући се на природан захтев да „добра“ теорија не сме да мења број степени слободе при линеаризацији, решавање тог проблема је започето канонском анализом сектора спина 0. Кандидат је показао да у том сектору квадратична ПГ представља добру теорију.

-Лавлокова теорија гравитације је једна је од алтернативних теорија гравитације, која је била предмет активних истраживања још од раних 70-тих година прошлог века. Она представља минималистичко уопштење Риманове ОТР. Иако је у литератури повремено испитивана Лавлокова теорија са торзијом, та област је још увек недовољно истражена. У $D = 5$, Лавлокова теорија се може посматрати као специјалан случај квадратичне ПГ теорије.

-Искуство које потиче од Ајнштајнове ОТР показује да егзактна решења имају веома важну улогу у разумевању гравитационе динамике. Нађено је једно ново егзактно решење Лавлокове теорије гравитације са торзијом у 5Д, познато као БТЗ црни прстен са торзијом. Применом канонске анализе добијено је да су одржани набоји ово решења, енергија у угаони моменат, једнаки нули. Линеаризацијом теорије око нађенпг решења добијен је број степени слободе који је за 2 већи него у ОТР

Црне рупе са торзијом

-Појам „егзотичне“ БТЗ црне рупе уопштен је на БТЗ црне рупе са торзијом и постигнут је дубљи увид у њихову термодинамику.

-Показано је да Олива-Темпо-Тронцосо црна рупа, конформно равно решење БХТ гравитације, представља решење ПГ теорије у 3Д. Коришћењем канонског приступа израчунати су одржани набоји за ово решење. Резултати показују да Абот-Дезер-Текинова метода за израчунавање одржаних набоја у овом случају даје погрешан резултат.

-Показано је да специјалан избор параметара у Лавлоковој теорији гравитације у 5Д, омогућава постојање сферно симетричне црне рупе са торзијом, чија метрика има АдС асимптотику.

Холографија у гравитацији са торзијом

-У сарадњи са колегама из Чилеа, испитани су основни аспекти холографске кореспонденције за 3Д гравитацију са торзијом. Формулисан је побољшани приступ Нетер-Вордовим идентитетима и за случајеве МБ модела и квадратичне ПГ теорије, добијене су коначне струје спина и енергије импулса, и израчуната аномалија.

-Разматран је посебан сектор Лавлокове теорије, познат као Лавлок-Черн-Сајмонсов сектор, у коме холографски развој основних динамичких варијабли садржи коначан број чланова. Нађени су Вордови идентитети на граници, спроведен је поступак ренормализације дејства и разјашњена је веза између облика аномалије и симетрије теорије на граници.

✚ Гравитациони таласи у Поенкареовој градијентној теорији

Иако већ од 1970-тих година постоје одређена таласна решења са торзијом, недостајао је систематски анзац. У низу радова кандидата показано је да постоји ефикасан принцип којим се успешно генеришу таласна решења у квадратичној ПГ, који полази од анзаца у коме је конекција добијена модификацијом Риманове конекције која не мења њен тензорски облик. Недавна детекција гравитационих таласа повећава актуелност ових истраживања.

-Показано је да Шиклошеви гравитациони таласи, класа решења ОТР са космолошком константом, представљају и решења квадратичне ПГ теорије. Направљена је модификација Риманове конекције и показано је да модификована геометријска структура задовољава ПГ једначине кретања.

-Полазећи од такозваног pp -гравитационог таласа (врста равног таласа) у ОТР, конструисан је уопштени pp -гравитациони талас са торзијом. Постоји специјална

фамилија pp -таласа, у којој торзија потпуно одређује метрику.

-У радовима до 2017, структура ПГ Лагранжијана је имала облик, који осигурава одржање парности. Међутим, не постоје физички аргументи који подржавају ову претпоставку. Зато је у последњих 5-6 година порастао интерес за ПГ моделе који нарушавају парност. Нађено је егзактно решење које представља уопштени раван гравитациони талас.

-Ово је мотивисало др Цветковића на даље истраживање опште ПГ са нарушеном парношћу. Анализа канонске структуре, налажење критичних параметара и анализа честичног спектра је тема која је истражена у новом раду који је прихваћен за објављивање у Phys. Rev. D као Editors' Suggestion.

3. Елементи за квалитативну анализу рада кандидата

Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

- ✚ Др Бранислав Цветковић је током научне каријере објавио укупно 31 рад у међународним часописима са рецензијом: 29 категорије M21, 1 категорије M22 и 1 категорије M23. Укупан ИФ радова је 139.23.
- ✚ Од одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник др Цветковић је објавио 13 радова категорије M21. Укупан импакт фактор ових радова је 63.19.
- ✚ Квалитет научних радова др Цветковића се може проценити, између осталог, према квалитету часописа у којима су објављени: др Цветковић је до сада објавио 8 радова у часопису Journal of High Energy Physics (ИФ=6.22), једном од најугледнијих часописа из област физике високих енергија, као и 14 радова у часопису Physical Review D (ИФ=4.57) који је један од најзначајнијих часописа за физику гравитације, честица и поља.
- ✚ Два рада др Цветковића у часопису Phys. Rev. D објављени су као "rapid communication".

- Најзначајнији радови др Цветковића у последњих десет година, и на њима је он водећи аутор:

[1] M. Blagojević and B. Cvetković, Canonical structure of topologically massive gravity with a cosmological constant, JHEP **0905** (2009) 073; ИФ=6.019, цитиран 57 пута.
(M21)

[2] H. Afshar, B. Cvetković, S. Ertl, D. Grumiller and N. Johansson, Conformal Chern-Simons holography, Phys. Rev. D **85** (2012) 064033; ИФ=4.691, цитиран 50 пута. (M21)

[3] M. Blagojević, B. Cvetković, O. Miskovic and R. Olea, Holography in 3D AdS gravity with torsion, JHEP **1305** (2013) 103; ИФ=6.220, цитиран 12 пута. (M21)

[4] M. Blagojević and B. Cvetković, Siklos waves in Poincaré gauge theory, Phys. Rev. D **92**, 024047 (2015); ИФ=4.506 цитиран 5 пута. (M21)

[5] M. Blagojević and B. Cvetković, Vaidia-like exact solutions with torsion, JHEP **1505** (2015) 101; ИФ=6.023, цитиран 6 пута. (M21)

Позитивна цитираност научних радова кандидата

- Непосредним пописом установљено је да број цитата радова др Цветковића у објављеним радовима износи 259, што је за 64 цитата или око 33% више у односу на 195 цитата које је регистровао Scopus. Ова чињеница указује на значајну некомплетност података које даје Scopus. Хиршов фактор добијен директним пописом цитата је 12.
- Највише су цитирани радови објављени у часописима Journal of high energy physics и Physical Review D. Највећи број цитата има рад M. Blagojević and B. Cvetković, Canonical structure of topologically massive gravity with a cosmological constant, JHEP **05** (2009) 073, који је цитиран укупно 47 пута без аутоцитата.

Параметри квалитета часописа

- Подаци о додатним библиометријским параметрима радова категорије М21, М22 и М23 током читаве истраживачке каријере и након избора у претходно звање сумирани су у табелама 1 и 2.

Табела 1: додатни библиометријски параметри током каријере

	ИФ	М	СНИП
Укупно	139.23	240	77.23
Усредњено по чланку	4.64	7.74	2.57
Усредњено по аутору	63.52	109.86	34.15

Табела 2: додатни библиометријски параметри избора у претходно звање

	ИФ	М	СНИП
Укупно	63.19	104	34.19
Усредњено по чланку	4.86	8	3.04
Усредњено по аутору	29.03	48	18.26

Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова:

- ✚ Под менторством др Бранислава Цветковића урађена је једна докторска дисертација на Физичком факултету. Веће области природно-математичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 13. јуна 2018. године је једногласно донело одлуку којом се даје сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији Дејана Симића, под називом „Лавколова гравитација са торзијом: егзактна решења, канонска и холографска структура“. Очекује се да ће теза бити одбрањена крајем лета ове године.
- ✚ др Бранислава Цветковића је био ментор и једног мастер рада на Физичком факултету Универзитета у Београду студенткиње Марије Томашевић под насловом „Кретање честица у пољу ОТТ црне рупе“.
- ✚ Др Бранислав Цветковић био је и коментор дипломског рада Constance Belen Calender Olivares под насловом "Chemistry of three-dimensional black holes in AdS space" који је одбрањен на Католиком Универзитету у Валпараису. Тренутно је у току издрада још једног мастер рада на Физичком факултету.
- ✚ Др Бранислав Цветковић је ангажован на докторским студијама на Физичком факултету у оквиру уже научне области Квантна поља, честице и гравитација као наставник на предмету Теорија гравитације 2.
- ✚ Од 2004. ради као спољни сарадник - професор зике у Математичкој гимназији. Његови ученици постижу запажене резултате на државним и међународним такмичењима из физике.

Нормирање броја коауторских радова

- ✚ Радови др Цветковића су теоријски и највећи број има само два аутора. Међу радовима др Цветковића објављеним у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања виши научни сарадник један рад има четири, један рад три док сви остали радови имају само два аутора. Укупан број М бодова је 106.5, односно 102.5 након нормирања.

Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

- ✚ Др Бранислав Цветковић руководи потпројектом „Градијенте теорије гравитације” у оквиру пројекта ОН171031 „Физичке импликације модификованог простор-времена”
- ✚ У периоду од 2008. до 2010. руководио је потпројектом „Торзија и неметричност у гравитацији и теорији струна/брана” у оквиру пројекта 141036 „Алтернативне теорије гравитације”, који је био финансиран од стране Министарства науке владе Републике Србије.
- ✚ Од 2015. Бранислав Цветковић је заменик члана управе (MC substitute substitute) COST акције "Quantum Structure of Spacetime" којим руководи проф. Ричард Сабо.
- ✚ Када је 2016. године расписан конкурс за нове пројекте Министарства просвете науке и технолошког развоја др Бранислав Цветковић је био пријављен као руководилац пројекта „Квантно просторвреме”.

Активност у научно-стручним друштвима

- ✚ Др Бранислав Цветковић је рецензент за водеће међународне часописе из физике као што су: Phys. Rev. Letters, Phys. Rev. D, Class. and Quantum Grav, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, International Journal of Modern Physics D, European Journal of Physics. Чилеанска национална фондација за науку FONDECYT ангажовала га је од 2010. год. као реферија за оцену пројеката.
- ✚ Др Бранислав Цветковић је од 2012. до 2014. год. био члан Одељења за науку и високо образовање Друштва физичара Србије (НИВО ДФС).
- ✚ Др Бранислав Цветковић је био члан Организационог комитета више међународних конференција, као што су 2018 Workshop on Gravity, Holography, Strings and Noncommutative Geometry (Београд 2018), Gravity: new ideas for unsolved problems (Дивчибаре 2011), Gravity: new ideas for unsolved problems II (Дивчибаре 2013), 5th MATHEMATICAL PHYSICS MEETING: Summer School and Conference on Modern Mathematical Physics (Београд 2010)

Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

✚ Након претходног избора у звање др Цветковић је одржао следећа предавања по позиву:

-Generalized plane waves in Poincaré gauge theory of gravity, 9th Mathematical Physics Meeting: School and Conference on Modern Mathematical Physics (MPHYS9), 18-23 септембар 2018, Београд.

-General Relativity - Introduction, Overview and Perspectives, GR100 Centennial of General Relativity, Београд 23.06.2015.

-3D gravity with propagating torsion, Савремена математичка физика и њене примене, Бања Лука 12-14.09.2014.

-Siklos waves in gravity with torsion, Универзитет Андреас Бељо, Сантјаго, Чиле 27.10.2015.

-Холографија у 3Д гравитацији са торзијом, Gravity: new ideas for unsolved problems II, Дивчибаре 19-22. септембар 2013.

4. Елементи за квантитативну анализу рада кандидата

- Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање звања научни сарадник сумирани су у табели 3:

Табела 3

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормираних М бодова
М21	8	13	104	100
М32	1.5	1	1.5	1.5
М33	1	2	2	2
М61	1.5	1	1.5	1.5

- Поређење са минималних бројем бодова за избор у звање научни саветник дато је у табели 4:

Табела 4

Минималан број М бодова	Потребно	Остварено
Укупно	70	109
М10+М20+М31+М32 +М33+М41+М42	50	107.5
М11+М12+М21+М22+М23	35	100

5. Закључак

Имајући у виду изузетно високу вредност и оригиналност научних радова др Бранислава Цветковића, као и његово значајно искуство у међународној сарадњи и педагошком раду укључујући и руковођење и менторство студената докторских студија, мислимо да је кандидат достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података приказаних у извештају види се да он задовољава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање научни саветник који су прописани правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно истраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо да се др Бранислав Цветковић изабере у звање научни саветник.

Чланови комисије:

Воја Радовановић (ФФ), Милутин Благојевић (ИФ), Бранислав Саздовић (ИФ),
Милован Василић (ИФ)