

ПРИМЉЕНО: 21-08-2024			
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
	0801-1195/1		

## Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu

Na sednici Naučnog veća Instituta za fiziku održanoj 04.06.2024. izabrani smo u komisiju za reizbor dr Dejana Simića u zvanje naučni saradnik. Pregledom materijala koji nam je dostavljen i na osnovu ličnog poznavanja kandidata i uvida u njegov rad i publikacije, Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu podnosimo sledeći

### Izveštaj

## 1 Biografski podaci

Dejan Simić je rođen 02.07.1989. u Paraćinu, gde je završio osnovnu školu. Srednju školu, gimnaziju u Paraćinu, završio je 2008. Iste 2008. godine upisao je Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Teorijska i eksperimentalna fizika, koji je završio 2012. godine. Master studije na Fizičkom fakultetu završio je 2013. godine sa temom „ $SO(1,2)$  grupa i nekomutativna geometrija”. Mentor pri izradi master teme je bila prof. dr Maja Burić. Postdiplomske studije na Fizičkom fakultetu na smeru Kvantna polja, čestice i gravitacija, upisao je 2013. godine. Doktorsku disertaciju pod nazivom "Lavlova gravitacija sa torzijom: egzaktna rešenja, kanonska i holografska struktura", urađenu pod rukovodstvom dr Branislava Cvetkovića, odbranio je 26.09.2018. na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Školske 2010/2011 godine bio je stipendista fonda „Prof. dr Đorđe Živanović”, a školske 2011/2012 i 2012/2013 godine stipendista fonda za mlade talente Republike Srbije Dositeja.

U zimskom semestru školske godine 2012/2013 bio je saradnik u nastavi na Fizičkom fakultetu na predmetu Simetrije u fizici.

U toku doktorskih studija bio je učesnik više škola koje je organizovao SEENET-MTP u saradnji sa CERN-om i ICTP-om, kao i škole na Krfu (Corfu Summer Institute).

Od 07.02.2014. radi na Institutu za fiziku kao istraživač pripravnik na projektu „Fizičke implikacije modifikovanog prostor-vremena”. U zvanje naučni saradnik je izabran 24.02.2020.

## 2 Pregled naučne aktivnosti

Naučnoistraživački rad dr Dejana Simića odvija se u oblasti teorijske fizike gravitacije, kao i u primeni metoda razvijenih u okviru teorijske gravitacije na druge teorije polja. Kandidat je objavio ukupno 8 radova u vrhunskim međunarodnim časopisima sa recenzijom, od toga 4 od izbora u zvanje naučni saradnik.

## Naučna aktivnost pre izbora u zvanje

Pre izbora u prethodno zvanje kandidat je radio na više tema u okviru gradijentne teorije gravitacije.

### Lavloкова teorija gravitacije sa torzijom

Lavloková teorija gravitacije je alternativna teorija gravitacije koja je predmet aktivnih istraživanja još od sedamdesetih godina. Doprinos kandidata u ovoj oblasti ogleda se u konstrukciji novih rešenja koja poseduju egzotične osobine: BTZ crnog prstena i sferno-simetrične crne rupe sa torzijom. Identifikovani su sektori teorije u kojima postoje ova rešenja i ispitane su njihove geometrijske karakteristike i termodinamičke osobine. Pronađena rešenja imaju nultu masu, što je kontraintuitivno imajući u vidu da crne rupe u principu nastaju kolapsom materije. Takođe se ispostavilo da je entropija jednog rešenja nula što je zanimljivo odstupanje od standardnih rezultata u literaturi i bitno je za proveru potencijalnih objašnjenja porekla mikrostanja crnih rupa. Rezultati su publikovani u radovima:

- B. Cvetković and D. Simić, 5D Lovelock gravity: New exact solutions with torsion, *Phys. Rev. D* **94**, 084037 (2016).
- B. Cvetković and D. Simić, A black hole with torsion in 5D Lovelock gravity, *Class. Quantum Grav.* **35** (2018) 055005.

### Holografška struktura Lavlok-Čern-Sajmonsove gravitacije sa torzijom

Poseban sektor Lavlokovog gravitacije predstavlja Lavlok-Čern-Sajmonsova gravitacija kod koje dolazi do povećanja lokalne simetrije sa Lorencove na Anti de Sitterovu (AdS). U saradnji sa kolegicom iz Čilea ispitani su osnovni aspekti holografške dualnosti za Lavlok-Čern-Sajmonsovu gravitaciju sa torzijom u svim neparnim dimenzijama. Detaljno je proučeno fiksiranje gradijentne simetrije i određene su rezidualne simetrije, koje predstavljaju simetrije teorije na granici. Pokazano je da se one sastoje od lokalnih translacija, Lorencovih rotacija, dilatacija i ne-Abelovih lokalnih transformacija. Takođe je formulisan poboljšani pristup Neter-Vordovim identitetima za teoriju na granici. Izračunate su 1-tačkaste funkcije tenzora energije-impulsa i spina u dualnoj teoriji polja i zapisani su odgovarajući Vordovi identiteti. Pokazano je da holografška teorija poseduje Vajlovu anomaliju, kao i da je ne-Abelova lokalna simetrija narušena na kvantnom nivou, dok su difeomorfizmi i Lorencove transformacije simetrije i na kvantnom nivou. Rezultati su publikovani u radu

- B. Cvetković, O. Miskovic and B. Cvetković, Holography in Lovelock Chern-Simons AdS gravity, *Phys. Rev. D* **96**, 044027 (2017).

## Meki naboji crne rupe

Razmatrana je geometrija u blizini horizonta ekstremalne Oliva-Tempo-Tronkosove (OTT) crne rupe i uvedeni su asimptotski uslovi. Dobijena je algebra asimptotskih simetrija i iz nje je reprodukovana entropija ekstremalne OTT crne rupe. Rezultati su publikovani u radu

- B. Cvetković, D. Simić, Near horizon OTT black hole asymptotic symmetries and soft hair, *Chin. Phys. C* **43** (2019) 1, 013109.

Nakon toga je analizirana ekstremalna Banjados-Tajtelbom-Zanelijeva (BTZ) crna rupa sa torzijom. Konstruisana je geometriju u blizini horizonta koja je novo rešenje Poekareove gradijentne teorije u tri dimenzije. Uvedeni su adekvatni granični uslovi i dobijena je algebra asimptotskih simetrija. Rezultati su publikovani u radu

- B. Cvetković, D. Simić, Near-horizon geometry with torsion, *Phys. Rev. D* **99** (2019) 2, 024032.

## Naučna aktivnost nakon izbora u zvanje

Od prethodnog izbora u zvanje istraživački rad dr Dejana Simića se odvijao na nekoliko polja:

- Konstrukcija efektivnog prostora stanja ekstremalne crne rupe na osnovu simetrija
- Efekat memorije za gravitacione talase sa torzijom
- Asimptotska simetrija bezmasenog skalarnog polja

## Konstrukcija efektivnog prostora stanja ekstremalne crne rupe na osnovu simetrija

Jedno on najvećih nerešenih pitanja u fizici gravitacije je poreklo entropije crne rupe, tačnije identifikacija mikrostanja koja su odgovorna za entropiju. Na osnovu rezultata prethodnog istraživanja mekih naboja predložen je metod za konstrukciju mikrostanja ekstremalne crne rupe na osnovu simetrija. Prostor mikrostanja je konstruisan kao ireducibilna reprezentacija simetrija u blizini horizonta. Mikrostanja koja daju iste vrednosti asimptotskih očuvanih naboja i samim tim iste klasične geometrije su makrosposki nerazlučiva. Prebrojavanjem ovih mikrostanja i primenom Bolcmanove formule dolazi se do poznatog rezultata za semi-klasičnu entropiju ekstremalne crne rupe. Rezultati su publikovani u radu

- State space of a black hole and soft hair, B. Cvetković, D. Simić, *Phys. Rev. D* **101** (2020) 2, 024030



## Efekat memorije za gravitacione talase sa torzijom

Memorija gravitacionih talasa je efekat da pri prolasku gravitacionog talasa kroz sistem test-tela (čestica) dolazi do permanentne promene na test-telima. Postoje dva tipa memorije. Prvi je efekat pomeranja pri kom se test-tela, nakon prolaska gravitacionog talasa, pomere za konačno relativno rastojanje u odnosu na inicijalno. Dok kod drugog, takozvanog efekta brzine, test-tela dobiju nenultu relativnu brzinu nakon prolaska talasa. Oba efekta su u principu merljiva i u tome se nalazi njihov značaj za potencijalnu eksperimentalnu postavku za ispitivanje osobina gravitacionih talasa, a samim tim i gravitacije. Sa prethodnom motivacijom kandidat je ispitivao efekat memorije za gravitacione talase sa torzijom sa idejom da se dobiju potencijalno merljivi efekti torzije. Prvi zaključak istraživanja je da za efekat memorije nisu neophodne bezmasene čestice, kao što se prethodno mislilo. Drugi, bitniji rezultat je da gravitacioni talasi sa torzijom mogu da dovedu do mešanog efekta memorije gde se test-tela zarotiraju za neki relativni ugao a dobiju nenultu relativnu radijalnu brzinu. Brzina test-tela je veoma mala i verovatno neopservabilna, dok relativna rotacija tela predstavlja mogući eksperimentalni test postojanja gravitacionih talasa sa torzijom. Ovo su jedni od prvih radova koji ispituju efekat memorije za gravitacione talase sa torzijom i daju teorijsku osnovu za buduće eksperimentalne testove. Dobijeni rezultati su publikovani u radovima:

- Velocity memory effect without soft particles, B. Cvetković, D. Simić, Phys. Rev. D **101** (2020) 2, 024006 no.8, 084037
- Memory effect of the pp waves with torsion, B. Cvetković, D. Simić, Eur. Phys. J. C **82** (2022) 2, 127

## Asimptotska simetrija bezmasenog skalarnog polja

Pre desetak godina ustanovljena je ekvivalencija asimptotske simetrije u svetlosnoj beskonačnosti i teoreme za meke čestice u perturbativnoj kvantnoj teoriji polja. Asimptotska simetrija, koju čine gradijentne transformacije koje poštuju zadate granične uslove, razvijena je kao formalizam za definisanje očuvanih veličina u okviru teorija gravitacije. Pošto se asimptotska simetrija suštinski bazira na postojanju gradijentne simetrije u teoriji, nije očigledno da li ekvivalencija asimptotske simetrije u svetlosnoj beskonačnosti i teorema za meke čestice važi i u slučaju bezmasenog skalarnog polja koje nema gradijentnu simetriju. U svom istraživanju ovog problema kandidat je predložio generalizaciju asimptotske simetrije koja se ne bazira na postojanju gradijentne simetrije u teoriji, već samo na postojanju očuvanih naboja. Na konkretnom slučaju bezmasenog skalarnog polja, koristeći Hamiltonov formalizam kao i formalizam kovarijantnog faznog prostora, došao je do rezultata za asimptotsku simetriju bezmasenog skalarnog polja. Dobijena simetrija razjašnjava problem ekvivalencije tj. pokazuje da su teorema za meke čestice i asimptotska simetrija u svetlosnoj beskonačnosti ekvivalentne i u slučaju bezmasenog skalarnog polja. Rezultati su publikovani u radu

- Note on asymptotic symmetry of massless scalar field at null infinity, D. Simić, Phys. Rev. D **108** (2023) 8, 8

## 3 Elementi za kvalitativnu ocenu rada kandidata

### 3.1 Kvalitet naučnih rezultata

#### 3.1.1 Značaj naučnih rezultata

Dr Dejan Simić se bavio istraživačkim radom na nekoliko tema koje su ukratko opisane sa svojim značajem dalje u tekstu.

Opis mikrostanja crne rupe koja su odgovorna za njenu entropiju je jedan od ključnih koraka u razumevanju kvantne gravitacije. Kao finalni rezultat predhodnih istraživanja simetrija ekstremalnih crnih rupa predložen je metod za konstrukciju mikrostanja ekstremalne crne rupe na osnovu simetrija, gde je prostor mikrostanja definisan kao ireducibilna reprezentacija simetrija u blizini horizonta. Mikrostanja koja imaju iste vrednosti asimptotskih naboja, u prostornoj beskonačnosti su predložena kao makroskopski nerazlučiva i samim tim razlog za postojanje entropije. Prebrojavanjem makroskopski ekvivalentnih mikrostanja dobijena je entropija ekstremalne crne rupe korišćenjem Bolcmanove formule.

Efekat memorije za gravitacione talase je značajan zbog mogućnosti eksperimentalne detekcije i daje mogućnost da testiramo validnost različitih modela gravitacije. U saradnji sa dr Cvetkovićem publikovani su jedni od prvih radova koji ispituju efekat memorije za gravitacione talase sa torzijom. Pokazano je da za efekat memorije nije neophodno prisustvo bezmasenih čestica u teoriji, i dobijen je potencijalno merljiv efekat: pri prolasku gravitacionog talasa sa torzijom sistem test-tela se zarotira za fiksni ugao. Sistem test-tela takođe dobija radialnu brzinu, ali njena vrednost je veoma mala i verovatno nije opservabilna.

Najznačajniji rad, po mišljenju kandidata, je

D. Simić, “ Note on asymptotic symmetry of massless scalar field at null infinity”, Phys. Rev. D **108** (2023) 8, 8. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.108.085017>.

U istraživanju baziranom na primeni asimptotskih simetrija razjašnjen je smisao asimptotske simetrije za teorije koje nisu gradijentne, tačnije, predložena je generalizacija definicije asimptotske simetrije. Korišćenjem Hamiltonovog formalizma i formalizma kovarijantnog faznog prostora rešen je problem, koji je dugo odolevao naporima naučne zajednice, za uspostavljanje ekvivalencije asimptotskih simetrija i teoreme za meke čestice za skalarno polje.

#### 3.1.2 Pozitivna citiranost radova kandidata

Prema podacima baze Web of Science radovi dr Dejana Simića na dan 17. 05. 2024. su citirani ukupno 42 puta, 36 puta bez autocitata, sa h-faktorom 5.

#### 3.1.3 Parametri kvaliteta časopisa

Dr Dejan Simić je tokom naučne karijere objavio 8 radova u vrhunskim međunarodnim časopisima sa recenzijom i jedan rad u časopisu od nacionalnog značaja. Od prethodnog izbora

u zvanje dr Simić je objavio 4 rada u vrhunskim međunarodnim časopisima sa recenzijom i jedan rad u časopisu od nacionalnog značaja. Kvalitet naučnih radova dr Simića se može proceniti, izmedju ostalog, prema kvalitetu časopisa u kojima su objavljeni:

- 3 rada u Physical Review D (IF=5,296, SNIP=1,271 i IF=5,407, SNIP=1,293)
- 1 rad u European Physical Journal C (IF=4,991, SNIP=1,387)

Ukupan impakt faktor publikovanih radova je 20,99, dok je ukupan SNIP 5,222.

*Tabela 1: dodatni bibliometrijski pokazatelji*

	IF	M	SNIP
Ukupno	20,99	32	5,222
Usrednjeno po radu	5,247	8	1,305
Usrednjeno po autoru	13,198	20	3,257

### 3.1.4 Stepen samostalnosti i stepen učešća u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu

Kandidat je čestvovao u svim segmentima realizacije svih radova počevši od definisanja teme istraživanja, preko analitičkog računa i računa korišćenjem softverskih paketa Mathematica, kao i u pisanju radova. Na nekim radovima kandidat je bio zadužen za komunikaciju sa editorima i recenzentima.

Kandidat je publikovao i samostalni rad, što i eksplicitno pokazuje njegovu sposobnost za izbor i rešavanje relevantnih problema tj. za samostalni istraživački rad.

### 3.1.5 Elementi primenljivosti naučnih rezultata

Kandidat se bavi fundamentalnim istraživanjem, koje ima za cilj dublje razumevanje fundamentalnih interakcija u prirodi. Kandidatovi radovi su teorijski i njihova moguća primena je budući predlog za eksperimentalnu proveru različitih modela interakcija.

## 3.2 Angažovanost u razvoju uslova za naučni rad i obrazovanje

1. Kandidat je bio jedan od autora zadataka za republičko takmičenje iz fizike školske 2014/2015, kao i član komisije za pregledanje zadataka na istom.
2. Kandidat je držao računске vežbe na CERN-SEENET-MTP-oj školi "Belgrade 2015 – Supergravity" u okviru mini-kursa o Poenkareovoj gradijentnoj teoriji gravitacije.

## 3.3 Normiranje broja koautorskih radova

Radovi dr Simića su teorijski i sa najviše tri autora, tako da se svaki rad računa sa punom težinom. Ukupan broj normiranih M bodova nakon prethodnog izbora u zvanje je 35.

### 3.4 Uticajnost naučnih rezultata

Uticajnost rezultata kandidata i njihov doprinos naučnoj zajednici su opisani u prvoj tački. Značaj naučnih rezultata kandidata se može proceniti na osnovu kvaliteta časopisa, kao i na osnovu broju citata.

### 3.5 Konkretan doprinos kandidata u realizaciji radova u centrima u zemlji i inostranstvu

Dr Dejan Simić je učestvovao u svim segmentima izrade svih radova od definisanja teme, analitičkog računa, provere rezultata korišćenjem softerskog paketa *Mathematica*, do procesa objavljivanja kroz komunikaciju sa recenzentima i editorima časopisa. U naučnoj oblasti kojom se kandidat bavi autori potpisuju po abecednom redu, pa se svi autori tretiraju jednako. Kandidat je u istraživačkom radu pokazao veliki stepen samostalnosti u izboru problema i metoda za njihovo rešavanje, što se između ostalog može videti iz toga što je publikovao rad na kome je jedini autor.

### 3.6 Uvodna predavanja na konferencija, druga predavanja i aktivnosti

1. Near horizon of the OTT black hole, asymptotic symmetries and soft hair, 2018 Workshop on Gravity, Holography, Strings and Noncommutative Geometry, 1. February 2018, Belgrade, Serbia
2. Velocity memory effect for gravitational waves with torsion, 10th MATHEMATICAL PHYSICS MEETING: School and Conference on Modern Mathematical Physics, 9 - 14 September 2019, Belgrade, Serbia.

## 4 Elementi za kvantitativnu ocenu naučnog doprinosa kandidata

Dr Dejan Simić je tokom naučne karijere objavio ukupno 8 radova u međunarodnim časopisima sa recenzijom, od čega 4 od prethodnog izbora u zvanje naučni saradnik. Takođe je publikovao jedan rad u časopisu od nacionalnog značaja.

Prema podacima baze Web of Science na dan 17.05.2024. radovi dr Dejana Simića citirani su ukupno 42 puta, 36 puta bez autocitata, sa h-faktorom 5.

Ostvareni rezultati za sticanje zvanja naučni saradnik sumirani su u tabeli 2:

*Tabela 2*

Kategorija	M bodova po radu	Broj radova	Ukupno M bodova	Normiranih M bodova
M21	8	4	32	32
M51	2	1	2	2
M33	1	1	1	1



Poređenje sa minimalnim kvantitativnim uslovima za izbor u zvanje naučni saradnik dato je u tabeli 3:

Tabela 3

	Minimalno	Ostvareni normirani rezultati
Ukupno	16	35
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	10	33
M11+M12+M21+M22+M23	6	32

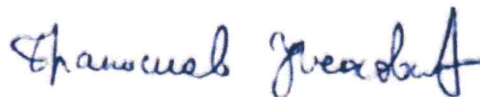
## 5 Zaključak

Dr Dejan Simić ispunjava sve uslove za reizbor u zvanje naučni saradnik predviđene Zakonom o nauci i istraživanjima, kao i Pravilnikom o sticanju istraživačkih i naučnih zvanja Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. Tokom svog naučnog rada kandidat je ostvario zapažene rezultate koji su publikovani u vrhunskim međunarodnim časopisima, uz to je pokazao sposobnost za samostalni naučnoistraživački rad.

Imajući u vidu kvalitet naučnih radova i stepen samostalnosti predlažemo Naučnom veću Instituta za fiziku da usvoji ovaj izveštaj i predloži dr Dejana Simića za reizbor u zvanje naučni saradnik.

U Beogradu, 09. 08. 2024.

dr Branislav Cvetković  
naučni savetnik Instituta za fiziku



dr Bojan Nikolić  
viši naučni saradnik Instituta za fiziku



Prof. dr Maja Burić  
redovni profesor Fizičkog fakulteta

