

# НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

## Извештај комисије за реизбор др Михаила Чубровића у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 10. маја 2022. године именовани смо у комисију за реизбор др Михаила Чубровића у звање научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Михаило Чубровић је рођен 4. маја 1985. године у Београду, где је завршио основну школу “Деспот Стефан Лазаревић” и Математичку гимназију. Основне академске студије на Физичком факултету, смер Теоријска и експериментална физика, завршио је 2008. године са просечном оценом 9,85. Дипломски рад на тему „On topological defects in quantum and classical glass systems“ („О тополошким дефектима у класичним и квантним стакленим системима“) урадио је под менторством др Милана Петровића, научног саветника Института за физику у Београду. Од 2003. године до завршетка студија је био стипендиста Министарства за науку.

По завршетку академских студија, уписао је докторске студије из области физике на Лоренцовом институту Универзитета у Лајдену, Холандија. Докторску дисертацију на тему „Holography, Fermi surfaces and criticality“ („Холографија, Фермијеве површи и критичност“) урадио је под менторством др Јана Занена (Jan Zaanen) и др Кунрада Схалма (Koenraad Schalm), а одбранио је у фебруару 2013. године. Током докторских студија био је добитник награде “Trots ор” за научни рад на Универзитету у Лајдену. Диплома докторских студија је нострификована јануара 2017. године, решењем Министарства просвете, науке и технолошког развоја бр. 612-01- 02635/2016-06. У току докторских студија био је запослен као млађи истраживач на Лоренцовом институту, и као асистент у настави на Универзитету у Лајдену.

По завршетку доктората, био је постдок на Универзитету у Келну, у групи др Ахима Роша (Achim Rosch). У току постдокторског усавшавања био је такође запослен као асистент у настави. Од 2017. године ради на Институту за физику у Београду, у Лабораторији за примену рачунара у науци Националног центра изузетних вредности за изучавање комплексних система.

Од 1. августа 2020. године учесник је пројекта “Cold atoms, Hubbard model and holography: the key to strange metals” (Key2SM) из програма ПРОМИС Фонда за науку Републике Србије, под руководством др Јакше Вучичевића.

Учествовао је и презентовао своје резултате на више конференција и радионица. У досадашњој каријери је објавио укупно 27 публикација, од чега 14 радова у научним часописима међународног значаја (катеорије M20). Има један рад у престижном часопису *Science* као први аутор, који је класификован као “Highly cited paper” у бази података Web of Science. До сада је објавио два рада у часописима категорије M21a, 11 радова у часописима категорије M21, један рад у часопису категорије M22 и једно

поглавље у зборнику водећег међународног значаја M13. На међународним скуповима има 12 публикација у зборницима, три штампана у целини (кат. M33) и 9 штампаних у изводима (кат. M34). Његови радови су цитирани укупно 425 пута без самоцитата, а Хиршов индекс износи 5 (према бази Web of Science). У изборном периоду, објавио је 8 публикација, од чега су четири радови у часописима M21, два рада категорије M33 и два категорије M34.

## 2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Научноистраживачки рад др Михаила Чубровића је већински у области кондензоване материје, али је суштински фокусиран на тремеђу јако корелисаних квантних многочестичних система, физике високих енергија и нелинеарне динамике. У првој од наведених тема, кандидат се интересује пре свега за нефермијеве течности, чудне метале и квантно-критичне фазе, физика високих енергија се појављује кроз AdS/CFT кореспонденцију (холографију, холографску дуалност), термодинамику и информационе проблеме црних рупа, а нелинеарна динамика с једне стране даје простор за симулирање јако корелисаних система и квантне критичности, а с друге стране је тесно везана за проблеме информације црних рупа и квантне сплетености (quantum entanglement) чудних метала. Радови кандидата комбинују аналитичке (теоријске) и нумеричке методе.

Резултати кандидата су представљени у публикацијама чији је списак наведен у прилогу.

Основно питање радова [A1,B2-B4] је: можемо ли разумети нефермијеве течности и чудне метале на нивоу теорије средњег поља аналогне Ландауовој теорији Фермијевих течности, те постоји ли генеричко (РГ стабилно) стање интерагујућих електрона, које не нарушава никакву симетрију а које се разликује од Фермијеве течности. Идеја је да се проблем формулише преко AdS/CFT кореспонденције (холографског принципа), дуалности између отворених и затворених струна откривене крајем деведесетих година прошлога века. Дуалност повезује теорију поља (строго узев, гејц теорију) са интеракцијама реда величине  $g$  са гравитацијом у анти-де Ситеровом простору са гравитационом константом реда  $1/g$ . Тако јако корелисани системи одговарају слабо интерагујућој, квазикласичној гравитацији. Први покушај [A2] је показао да већ јако упрошћен модел, који одговара електронима ниске густине у интеракцији са (неидентификованом) јако интерагујућом гејц теоријом, показује Фермијеве површи са стабилним квазичестицама, сличним Фермијевој течности. Рад [B2] доноси целовитију теорију, у којој се показује да систем има две фазе, од којих једна одговара Фермијевој течности, а друга нефермијевој течности са неким квантно-критичним особинама (аномално скалирање по енергији, не и по импулсу). Овде је изведен нови елемент “холографског речника”, тј. нови елемент AdS/CFT дуалности: скок дистрибуције импулса на Фермијевој површи  $Z$  одговара одређеној одржаној струји (билинеарном оператору) у AdS простору; израђен је и општи формализам за рачун са билинеарним операторима који се може употребити и за друге параметре уређења. У [B3,B4] се разматрају пре свега формална питања значајна за разумевање саме кореспонденције: испоставља се да је нестабилност критичне Фермијеве површи дуална суперрадијационој нестабилности наелектрисане црне рупе, док Фермијева течност одговара Лифшицовој геометрији. На основу тога, у [B4] је конструисан цео фазни дијаграм система. Методолошки, ови радови комбинују аналитичка извођења на основу “холографског речника”, тј. асимптотских решења Ајнштајнових једначина која се могу добити аналитички, и самоусаглашено нумеричко решавање целог система једначина (за метрику, гејц поља и поља материје) у AdS простору. Сада кандидат сличним методама проучава нефермијеве течности у присуству кристалне решетке, слично као у Хабардовом моделу. Други активни правац рада (arXiv:2204.10092[hep-

th]) је моделирање стабилне Фермијеве течности, што је у холографском приступу сложеније него добијање нефермијеве течности.

У радовима [B1,B6] такође су у холографским моделима проучавани јако интерагујући електрони, али сада у спољашњем магнетном пољу. У [B1] је дат крајње поједностављен модел квантног Холовог ефекта и фактори попуњености у фази Фермијеве и нефермијеве течности. Показује се да у овом моделу нефермијева фаза доводи до фракционе попуњености, док нормални метал даје целобројни ефекат. У [B6] је дат физички боље мотивисан модел екситона (парова електрон-шупљина) у билинеарном формализму претходно развијеном у [B2]. Показано је како долази до магнетне катализе и кондензације екситона под дејством магнетног поља, и конструисан је фазни дијаграм који је упоређен са резултатима из литературе за екситоне у двослојном графену. Овај рад ће бити искоришћен као основа за реалистичније моделе спаривања електрон-шупљина, какви се јављају у експериментално реализованим системима диполних фермиона и двослојева.

Док холографски модели чудних метала и нефермијевих течности представљају у извесном смислу квантне критичне фазе (јер имају степене законе скалирања не у једној тачки, већ у читавој области простора), што их чини занимљивим и повезује са неким експерименталним резултатима, с друге стране у јако корелисаним системима квантне критичне тачке могу такође да се разликују од уобичајене парадигме фазних прелаза између уређених и неуређених фаза. У [B7] је показано како холографски суперпроводици могу имати критичну тачку у којој истовремено долази и до кондензације електронских парова и до деконфинирања позадинских  $U(N)$  гејџ поља. Сличне ситуације у којима се комбинују сламање симетрије и деконфинирање пронађене су и у [B8,B9] на примеру вртлога у нелинеарном оптичком систему. Ту деконфинирање одговара Березински-Костерлиц-Таулес (БКТ) прелазу, који се види и у холографским системима, а симетрије могу бити геометријске, као у [B9], или сложеније, везане за колективно понашање, као у [B8]. Овакве ситуације су познате и у литератури о егзотичном магнетизму и Сачдев-Је-Китајев (Sachdev-Ye-Kitaev) моделима, а предност класичних модела које смо користили је да су добрим делом доступни и аналитичком раду.

Коначно, можемо се упитати да ли постоји и непосредна веза нелинеарне динамике и неких универзалних, квантно-критичних особина многочестичних система. Чини се да потврдан одговор дају границе хаоса, тј. максималне вредности квантног Љапуновљевог експонента нађене за класичне црне рупе и њихове холографске дуале. У раду [B10] кандидат је показао да границе хаоса имају важну улогу са обе стране холографске дуалности, али се модификују у присуству квантних објеката као што струне (тј. у присуству корекција на класичну општу релативност); у дуалној теорији поља ово значи да посматрамо композитне операторе велике димензије. У раду [B11] овај налаз је знатно уопштен: чим димензије оператора не чине дискретан спектар као у конформним теоријама поља (што се односи на већину практичних ситуација, осим уобичајених квантних критичних тачака – не и квантних критичних фаза), квантни Љапуновљеви експоненти губе смисао, и мора се посматрати цела временски неуређена корелациона функција. Њено понашање је међутим универзално, и показује два робусна режима, који разликују чисто хаотичну од мешане динамике. Док је у класичном хаосу овакве системе могуће разликовати нпр. путем Поенкареових пресека, до сада није било начина да се мешана динамика јасно детектује у квантом случају (осим путем статистике енергетског спектра, што је захтева знатно обимније прорачуне). У току је такође рад на статистичким карактеристикама квантно-хаотичних система (arXiv:2203.10697[hep-th]) и на телепортацији у високо корелисаним и квантно-хаотичним системима (arXiv:2103.01372[hep-th]).

### 3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

#### 3.1. Квалитет научних резултата

У досадашњој каријери је објавио укупно 27 публикација, од чега 14 радова у научним часописима међународног значаја (категорије M20). До сада је објавио два рада у часописима категорије M21a, 11 радова у часописима категорије M21, један рад у часопису категорије M22 и једно поглавље у зборнику водећег међународног значаја M13. На међународним скуповима има 12 публикација у зборницима, три штампана у целини (кат. M33) и 9 штампаних у изводима (кат. M34).

У изборном периоду, након одлуке Научног већа о предлогу за стицање важећег научног звања, кандидат је објавио четири рада категорије M21 (врхунски међународни часопис), два рада категорије M33 и два рада категорије M34.

##### *3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова*

Радови кандидата категорије M20 су највећим делом (13 од 14 радова) објављени у врхунским међународним часописима. Има један рад [A2] у престижном часопису *Science* као први аутор, који је класификован као “Highly cited paper” у бази података Web of Science. Радови [A1], [B2] и [B3] формирали су нову тачку гледишта на високо корелисане фермионе и инспирисали даљи рад низа аутора у истом правцу. Рад [B10] је указао на дубоке везе теорије струна и квантног хаоса и недавно је такође инспирисао даљи рад других аутора у покушају да разумеју везу динамике струне и временски неуређених корелационих функција у теорији поља.

У изборном периоду, кандидат је био први аутор на два рада [B8,B10], а од тога је на једном био једини аутор [B10]. То је централни рад кандидата у изборном периоду, основ за наредни рад и даља истраживања кандидата на пољу квантног хаоса:

М. Ћубровић

The bound on chaos for closed strings in Anti-de Sitter black hole backgrounds,

Journal of High Energy Physics **2019**, 150 (2019)

10.1007/JHEP12(2019)150

32 стране, ИФ за 2019. годину 5.875 (M21)

Овај рад проучава нелинеарну динамику затворене струне у позадини црних рупа са различитим геометријама хоризонта. Очекивано, нађено је да је динамика хаотична, но значајан резултат је да експонент Љапунова показује једноставну релацију са максималним Љапуновљевим експонентом у квантним теоријама поља који су предвидели Малдасена, Шенкер и Станфорд (MSS граница), а који је пропорционалан температури. За класичну динамику затворене струне, тај експонент је тачно  $n$  пута већи, где је  $n$  ротациони број (winding number) струне. С једне стране, није се очекивала никаква једноставна релација са MSS границом, јер се овде ради о класичној струни, а не о квантном пољу; са друге стране, нејасно је зашто је граница модификована тачно  $n$  пута (и то навише, тј. граница је нарушена). Међутим, када се процене димензије и енергије оператора који описују дуалну теорију поља, испоставља се да дуална теорија поља тачно задовољава MSS границу, али је време достизања развијеног хаоса и еквилибрације ипак смањено  $n$  пута, јер је вредност на којој временски неуређена корелациона функција сатурише  $n$  пута нижа.

Овај резултат има две важне импликације. Прво, у квантном хаосу експонент раста пертурбације (Љапуновљев експонент) носи мање информација него у класичном хаосу; јако корелисани квантни системи готово увек сатуришу MSS границу, али се

разликују по Еренфестовом времену (времену потребном да се пертурбација рашири по систему) и те разлике дају далеко финији индикатор хаотичне динамике. За квантно-механичке системе и модел случајних матрица, који су приступачнији експлицитном рачуну, овај индикатор је искоришћен за класификацију хаотичних понашања у раду [B11]. Друго, потврђује се такође и за струне и гејџ/стринг дуалност, хипотеза Саскинда и других о хоризонту црне рупе као генератору хаоса, који скремблует информације и зато доводи до проводног проблема информације црних рупа. У последње време појавио се низ публикација који по аналогији са горенаведеним радом кандидата испитују хаос у кретању струна у разним геометријама, и налазе да је модификована (n пута увећана) MSS граница увек задовољена, док је оригинална MSS граница често нарушена. Тако се у погледу класичне динамике струна у позадини црних рупа добија јасан квантитативни резултат, али – за разлику од примене на дуалну теорију поља – овде тек треба разумети тачан физички смисао, тј. везу са ентропијом црне рупе.

### **3.1.2. Цитираност научних радова кандидата**

Према бази Web of Science, радови кандидата су цитирани укупно 425 пута без самоцитата, уз Хиршов индекс 5. Рад кандидата [A2] у престижном часопису *Science* је класификован као “Highly cited paper” у бази података Web of Science.

### **3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа**

Кандидат је објавио радове у следећим часописима:

- 1 рад у *Science* (ИФ(2009)=29.747, СНИП(2009)=7.04)
- 5 радова у *Journal of High Energy Physics* (ИФ(2010)=6.049, ИФ(2013)=6.220, ИФ(2014)=6.110, ИФ(2019)=5.875, ИФ(2020)=5.810, СНИП(2011)=1.42, СНИП(2016)=1.35, СНИП(2020)=1.17)
- 2 рада у *Physical Review A* (ИФ(2016)=2.925, ИФ(2017)=2.909, СНИП(2015)=1.07, СНИП(2017)=1.02)
- 1 рад у *Physical Review B* (ИФ(2014)=3.736, СНИП(2013)=1.32)
- 3 рада у *Physical Review D* (ИФ(2010)=4.964, ИФ(2013)=4.864, СНИП(2009)=1.66, СНИП(2011)=1.52, СНИП(2013)=1.41)
- 1 рад у *Physical Review E* (ИФ(2005)=2.418, СНИП(2003)=1.16)
- 1 рад у *European Physical Journal D* (ИФ(2007)=1.828, СНИП(2007)=0.89)

Укупан импакт фактор радова кандидата је 88.32.

У изборном периоду, кандидат има четири публикације категорије M21. На једном раду је једини аутор, док на преостала три има по једног коаутора.

	ИФ	М	СНИП
Укупно	17.519	32	4.52
Усредњено по чланку	4.379	8	1.13
Усредњено по аутору	11.697	20	2.89

### **3.1.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Кандидат је једини аутор радова [A1, B7, B10] категорије M20. Кандидат је водећи аутор на 5 радова категорије M20 са коауторима [A2, B2, B3, B8, C1], у којима је развио нумерички метод и дао кључни допринос у погледу израде нумеричких симулација и

њихове интерпретације, као и допринос писању радова. На радовима [B1,B6,D1] кандидат је такође аутор нумеричког метода коришћеног за добијање резултата. Радови [B9] и [B11] настали су као резултат студентских пракси, први аутори су студенти Драган Марковић и Тривко Кукољ, а кандидат, као руководиоца истраживања, је други (и последњи) аутор. Из овога се види да је у питању формиран и самосталан истраживач, способан да води истраживања високог квалитета.

### **3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова**

#### Активности пре претходног избора у звање

Кандидат је у летњем семестру 2010. и 2011. године био асистент на предмету Theory of Condensed Matter на Универзитету у Лајдену. На Универзитету у Келну био је асистент на предметима Advanced Quantum Mechanics (зима 2013. године), Quantum Mechanics (лето 2014. године) и Quantum Field Theory (лето 2015. године). На универзитету у Лајдену кандидат је радио са мастер студентима (Piet Schijven и Jelle Brill), који су се укључили у рад на публикацијама [B1] и [D1].

#### Активности након претходног избора у звање

Михаило Чубровић је тренутно ментор мастер тезе студента Владана Гецина (Физички факултет Универзитета у Београду), на тему холографског Хабардовога модела у оквиру пројекта Key2SM (студент није члан Key2SM тима, али сарађује на истој теми). Студент ће бранити тезу у јулу или септембру 2022. године.

Кандидат је радио са студентима Физичког факултета Универзитета у Београду и Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду у оквиру летњих пракси. Летњу праксу са кандидатом су радили Душан Новичић (аналитичко тражење солитонских решења методом инверзног расејања, 2017; хаотичне геодезијске путање у пољу длакаве црне рупе, 2018), Владан Ђукић (Emerging Fermi liquids from regulated Quantum Electron Stars, 2022) и Драган Марковић [B11], сви са Физичког факултета Универзитета у Београду; Тривко Кукољ [B9] и Филип Херчек (електронски спектри на холографским решеткама, у оквиру пројекта Key2SM), сви са Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Током посете Универзитету у Лајдену (и раније Универзитету у Амстердаму), кандидат ради са студентом Николом Шањеом (Nicolas Chagnet), на заједничком пројекту са Владаном Ђукићем (Emerging Fermi liquids from regulated Quantum Electron Stars, arXiv:2204.10092[hep-th]).

Кандидат је такође држао предавања у оквиру предмета Семинар савремене физике за студенте треће године Физичког факултета Универзитета у Београду (теме: Квантна критичност и чудни метали, март 2018 и април 2019; Квантна теорија информација, црне рупе и црвоточине, април 2021). Такође је активан као стручни сарадник у Истраживачкој станици Петница, на семинарима Астрономија и Физика.

### **3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења**

Сви радови кандидата укључују сложене нумеричке симулације. По Правилнику, ови радови се вреднују у потпуности за број аутора до 5. Сви радови кандидата у изборном периоду су са 2 или мање аутора, па се рачунају са пуним бројем бодова.

### **3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

Кандидат је учествовао у пројекту “Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система” (ОН171017) финансираном од стране Министарства просвете,



науке и технолошког развоја Републике Србије. Руководилац је потпројекта 3, “Јако корелисани многочестични системи, AdS/CFT кореспонденција и квантна критичност” у оквиру Лабораторије за примену рачунара у науци Центра изузетних вредности за изучавање комплексних система Института за физику у Београду, а учествовао је и у потпројекту 2, "Тополошке фазе" истог центра.

Током последње две године, учествује у пројекту Фонда за науку Републике Србије под називом “Cold atoms, Hubbard model and holography: key to strange metals” (Key2SM), у оквиру програма ПРОМИС Фонда за науку Републике Србије. Активности у оквиру овог пројекта су у тренутно у фокусу кандидата.

### **3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

#### **3.5.1 Рецензије научних радова**

Кандидат је рецензент у часописима Journal of High Energy Physics (ИФ(2020)=5.810) и European Physical Journal C (ИФ(2020)=4.590).

#### **3.5.2 Организација научних скупова**

Кандидат је коорганизатор online радионице "Strange metals: from the Hubbard model to AdS/CFT" која је одржана од 23. до 25. маја 2022. године, у оквиру ПРОМИС пројекта Key2SM. Радионица је окупила водеће експерте из двеју области које проучавају јако корелисане електронске системе двама различитим методама: нумеричким решавањем Хабардовога модела (и других микроскопских модела решетке) и дуалношћу AdS/CFT. Кандидат је на овом скупу презентовао своје најскорије резултате.

### **3.6. Утицај научних резултата**

Кандидат је у току докторских студија развио методе рачунања спектра и проучавања основног стања (путем бекреакције на геометрију) за холографске моделе на коначној густини (или хемијском потенцијалу). Ови методи и резултати су покренули рад низа истраживача на сличним питањима, што се види из цитираности кључних радова, пре свега [A2] и [B2,B3], а такође су иницирали систематски рад на холографском приступу јако корелисаним електронским системима на Универзитету у Лајдену.

Као научни сарадник, кандидат је иницирао рад на примењеној холографији као новој области на Институту за физику у Београду, руководи одговарајућим потпројектом у оквиру националног центра изузетних вредности, а иницирао је повезивање ове области са добро потврђеним микроскопским моделима као што је Хабардов модел, кроз поређење са квантним Монте Карло прорачунима.

Одржао је неколико предавања по позиву у домаћим и иностраним институцијама.

### **3.7. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Као што је већ наведено, кандидат је самостални аутор три рада, водећи аутор пет радова, аутор кода за нумеричке симулације у још три рада и руководиоца студената на пракси и студената докторских студија на два рада. Већину својих научних активности после претходног избора у звање кандидат обавља на Институту за физику у Београду, уз редовне посете Универзитету у Лајдену.

#### 4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања:

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
М21	8	4	32	32
М33	1	2	2	2
М34	0.5	2	1	1
<b>Укупно</b>		8	35	35

Поређење са минималним квантитативним резултатима за избор у звање научни сарадник:

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	16	35	<b>35</b>
М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42	10	34	<b>34</b>
М11+М12+М21+М22+М23	6	32	<b>32</b>



## 5. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе научне активности и показатеља рада кандидата, комисија је закључила да научни рад др Михаила Чубровића представља оригиналан допринос у области кондензоване материје, јако корелисаних система и физике високих енергија, а пре свега на пољу AdS/CFT кореспонденције, квантне критичности и хаоса у квантним и аналогним класичним теоријама. Посебно треба истаћи његове доприносе у сарадњи са колегама са Института за физику у Београду, успешан рад са студентима Физичког факултета Универзитета у Београду, као и континуирану сарадњу са иностраним стручњацима. Имајући у виду досадашњи научни рад и постигнуте резултате др Михаила Чубровића, као и достигнути ниво истраживачке компетентности и самосталности, сматрамо да др Михаило Чубровић испуњава све квантитативне и квалитативне услове за реизбор у звање научни сарадник прописане Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја. На основу наведеног, предлагемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за реизбор др Михаила Чубровића у звање научни сарадник.

У Београду, 2. јуна 2022.

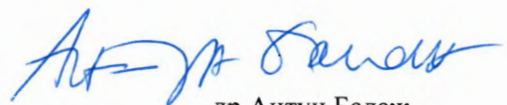
Чланови комисије:



др Јакша Вучичевић  
виши научни сарадник  
Институт за физику у Београду



др Ђорђе Спасојевић  
редовни професор  
Физичког факултета Универзитета у Београду



др Антун Балаж  
научни саветник  
Институт за физику у Београду

## Др Михаило Чубровић - Списак објављених радова

### Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (M10)

Радови у тематском зборнику водећег међународног значаја (M13)

#### Радови објављени пре претходног избора у звање

[D1]

E. Gubankova, J. Brill, M. Čubrović, K. Schalm, P. Schijven, J. Zaanen  
Holographic description of strongly correlated electrons in external magnetic fields,  
D. Kharzeev et al (eds.), Strongly interacting matter in magnetic fields, Lecture Notes in Physics  
871, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. (ISBN 978-3-642-37304-6), p. 555.  
35 страна  
10.1007/978-3-642-37305-3\_21

### Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20)

Радови у међународним часописима изузетних вредности (M21a)

#### Радови објављени пре претходног избора у звање

[A1]

M. Čubrović  
Fractional kinetic model for chaotic transport in nonintegrable Hamiltonian systems,  
Physical Review E **72**, 025204(R) (2005)  
10.1103/PhysRevE.72.025204  
цитиран 1 пут, ИФ за 2005. годину 2.418

[A2]

M. Čubrović, J. Zaanen, K. Schalm  
String theory, quantum phase transitions and the emergent Fermi liquid,  
Science **325**, 439 (2009)  
10.126/science.1174962  
цитиран 344 пута, ИФ за 2009. годину 29.747

Радови у врхунским међународним часописима (M21)

#### Радови објављени пре претходног избора у звање

[B1]

E. Gubankova, J. Brill, M. Čubrović, K. Schalm, P. Schijven, J. Zaanen  
Holographic fermions in external magnetic fields,  
Physical Review D **84**, 106003 (2011)  
10.1103/PhysRevD.84.106003  
цитиран 18 пута, ИФ за 2010. годину 4.964

[B2]

M. Čubrović, J. Zaanen, K. Schalm  
Constructing the AdS dual of a Fermi liquid: black holes with Dirac hair,  
Journal of High Energy Physics **2011**, 17 (2011)

10.1007/JHEP10(2011)017  
цитиран 21 пут, ИФ за 2010. годину 6.049

[B3]  
M. Čubrović, Y. Liu, K. Schalm, Y.-W. Sun, J. Zaanen  
Spectral probes of the holographic Fermi liquid ground state: Dialing between the electron star and the AdS Dirac hair,  
Physical Review D **84**, 086002 (2011)  
10.1103/PhysRevD.84.086002  
цитиран 27 пута, ИФ за 2010. годину 4.964

[B4]  
M. V. Medvedyeva, E. Gubankova, M. Čubrović, K. Schalm, J. Zaanen  
Quantum corrected phase diagram of holographic fermions,  
Journal of High Energy Physics **2013**, 25 (2013)  
10.1007/JHEP12(2013)025  
цитиран 5 пута, ИФ за 2013. годину 6.220

[B5]  
M. V. Medvedyeva, M. T. Čubrović, S. Kehrein  
Dissipation-induced first-order decoherence phase transition in a noninteracting fermionic system,  
Physical Review B **91**, 205416 (2015)  
10.1103/PhysRevB.91.205416  
цитиран 4 пута, ИФ за 2014. годину 3.736

[B6]  
E. Gubankova, M. Čubrović, J. Zaanen  
Exciton-driven quantum phase transitions in holography,  
Physical Review D **92**, 086004 (2015)  
10.1103/PhysRevD.92.086004  
цитиран 5 пута, ИФ за 2013. годину 4.864

[B7]  
M. Čubrović  
Confinement/deconfinement transition from symmetry breaking in gauge/gravity duality,  
Journal of High Energy Physics **2016**, 102 (2016)  
10.1007/JHEP10(2016)102  
цитиран 2 пута, ИФ за 2014. годину 6.111

*Радови објављени након претходног избора у звање*

[B8]  
M. Čubrović and M. S. Petrović  
Quantum criticality in photorefractive optics: Vortices in laser beams and antiferromagnets,  
Physical Review A **96**, 053824 (2017)  
10.1103/PhysRevA.96.053824  
цитиран 2 пута, ИФ за 2016. годину 2.925

[B9]  
T. Kukulj and M. Čubrović  
Spontaneous isotropy breaking for vortices in nonlinear left-handed metamaterials,  
Physical Review A, 100, 053853 (2019)

10.1103/PhysRevA.100.053853  
15 страна, ИФ за 2017. годину 2.909

[B10]

М. Čubrović

The bound on chaos for closed strings in Anti-de Sitter black hole backgrounds,  
Journal of High Energy Physics **2019**, 150 (2019)

10.1007/JHEP12(2019)150

цитиран 7 пута, ИФ за 2019. годину 5.875

[B11]

D. Marković and M. Čubrović

Detecting few-body quantum chaos: out-of-time ordered correlators at saturation,  
Journal of High Energy Physics **2022**, 23 (2022)

10.1007/JHEP05(2022)023

ИФ за 2020. годину 5.810 (M21)

Радови у водећим међународним часописима (M22)

Радови објављени пре претходног избора у звање

[C1]

М. Čubrović, О. Obolensky, А. Solov'yov

Semistiff polymer model of unfolded proteins and its application to NMR residual dipolar couplings,

European Physical Journal D **51**, 41 (2009)

10.1140/epjd/e2008-00195-x

цитиран 5 пута, ИФ за 2007. годину 1.828

**Зборници међународних научних скупова (M30)**

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)

Радови објављени пре претходног избора у звање

[E1]

М. Čubrović

Regimes of stability and scaling relations for the removal time in the asteroid belt: a simple kinetic model and numerical tests,

(Z. Knežević, A. Milani, eds.), IAUC197 2004, 209, 2004.

IAU Colloquium No. 197: „Dynamics of Populations of Planetary Systems”, Belgrade, Serbia, September 1-5. 2004

8 страна

Радови објављени након претходног избора у звање

[E2]

М. Čubrović and М. Petrović

Vortex dynamics of counterpropagating laser beams in photorefractive materials,

Optical and Quantum Electronics **50**, 406 (2018)

VI International School and Conference on Photonics – PHOTONICA2017, Belgrade, 28 August -1 September 2017.

<http://www.photonica.ipb.ac.rs/2017>  
10.1007/s11082-018-1667-x  
13 страна

[E3]

M. Čubrović

Fermions, hairy black holes and hairy wormholes in anti-de Sitter spaces,  
SFIN year XXXIII Series A: Conferences, No. A1, 59, (2020)  
Proceedings of the 10th MATHEMATICAL PHYSICS MEETING: School and Conference on  
Modern Mathematical Physics, Belgrade 9-14 September 2019.  
<http://www.mphys10.ipb.ac.rs>  
28 страна

Саопштења са међународних скупова штампана у изводима (M34)

*Радови објављени пре претходног избора у звање*

[F1]

M. Čubrović

Universality and scaling in nonlinear Hamiltonian systems – escape times, Lyapunov exponents and  
inverse chaotic scattering,  
Let's Face Chaos Through Nonlinear Dynamics, Maribor, Slovenia, June 26. – July 10. 2005.

[F2]

M. Čubrović, J. Zaanen, K. Schalm

Geometry encoding for statistics: from Fermi liquids to Cooper pairing,  
Physics@FOM 2011, Veldhoven, Netherlands, January 18-20. 2011.

[F3]

M. Čubrović, K. Schalm, J. Zaanen

Fermionic quantum criticality from AdS/CFT correspondence,  
SFKM2011 – Symposium on Physics of Condensed Matter, Belgrade, Serbia, April 2011.

[F4]

M. Čubrović, K. Schalm, J. Zaanen

Novel stable phases of matter from AdS/CFT correspondence,  
Physics@FOM 2012, Veldhoven, Netherlands, January 17-19. 2012.

[F5]

M. Čubrović, J. Zaanen, K. Schalm

The strange metals and Fermi liquids of holography,  
Physics@FOM 2013, Veldhoven, Netherlands, January 22-24. 2013.

[F6]

M. Čubrović

Heavy fermion quantum critical point from AdS/CFT correspondence,  
DPG spring meeting, Dresden, Germany, March 30-April 4 2014.

[F7]

M. Čubrović

Dissipation-induced first order decoherence phase transition in a non-interacting fermionic system,

DPG spring meeting, Berlin, Germany, March 15-20 2015.

Радови објављени након претходног избора у звање

[F8]

M. Čubrović

Lyapunov spectra in traversable wormholes and their holographic duals,

Iberian Strings II-3, Lisboa, Portugal, January 19-22 2021 (online)

<https://ibstrings2021.math.tecnico.ulisboa.pt>

[F9]

M. Čubrović

Chaos and replica wormholes in the IIB matrix model,

素粒子論研究 (Research in high-energy physics) 36, 2022.

YITP workshop Strings and Fields 2021, YITP, Kyoto, 23-27 August (online)

<http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~qft.web/2021>