

ПРИМЉЕНО: 27-03-2025			
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
	0801-368/3		

Научном већу Института за физику у Београду

На седници Научног већа Института за физику одржаној 4. марта 2025. године, изабрани смо у комисију за избор др Игора Салома, вишег научног сарадника Института за физику, у звање научни саветник. Пошто смо прегледали приложени материјал и досадашње објављене научне резултате кандидата, као и на основу личног познанства са кандидатом и увида у његов рад, подносимо Научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Кандидат др Игор Салом је рођен 23.5.1977. у Београду. Још током основног и гимназијског школовања постигао је запажене резултате, међу којима су и бронзане медаље на Интернационалној математичкој олимпијади у Торонту (1995) и на Балканској математичкој олимпијади у Пловдиву (1994), као и учешће на Међународној олимпијади из физике у Кини (1994). Добитник је Октобарске награде града Београда (1995). Након што је 1995. године Математичку гимназију завршио као ђак генерације, кандидат паралелно уписује студије физике и електротехнике. На Физичком факултету Универзитета у Београду дипломира 2000. године, са дипломским радом под називом “Оператори близанци” под руководством проф. др Милана Дамњановића. Основне студије је завршио са просечном оценом 9.96, добивши признање Универзитета у Београду као најбољи студент који је дипломирао у 2000. години и стипендију фонда “Ђорђе Живановић” због “изузетних резултата постигнутих на студијама из физике”. Потом уписује постдипломске студије и магистрира 2006. године са тезом “Проширење $S(1,3)$ конформне симетрије помоћу Хајзенбергове и парабозе алгебре”, а затим и докторира 2011. године са тезом “Деконтракциона формула за $sl(n, \mathbb{R})$ алгебре и примене у физици”, оба под менторством академика Ђорђа Шијачког. У оквиру програма за размену студената (IAESTE), провео је два месеца током 1998. године у Финској, радећи у лабораторији за топлотни инжењеринг. Да би проширио своје области експертизе, прошао је и специјални курс из квантне теорије информације, организован у сарадњи са World University Service (WUS) Austria, као и курс “HLRS Parallel Programming Workshop” у High Performance Computing центру у Штутгарту, Немачка.

Од 2003. године је запослен на Институту за физику у Београду, у Групи за гравитацију, честице и поља. У звање истраживач приправник изабран је 2003. године, у звање истраживач сарадник 2009. године, у звање научни сарадник 2012. године, а у звање виши научни сарадник 15.09.2020. године. Од 01.11.2003. године ангажован је на пројекту 101486 Министарства за науку и технолошки развој, „Градијентне теорије гравитације симетрије и динамика“. Од 01.01.2006. године ангажован је на пројекту 141036 Министарства за науку и заштиту животне средине, „Алтернативне теорије гравитације“. Од 01.01.2011. до 31.12.2016. године ангажован је на пројекту 171031 Министарства просвете, науке и технолошког развоја, „Физичке импликације модификованог просторвремена“, као и (са два месеца годишње) на пројекту 173052 “Биоинформатичке предикције промотера и теоријско моделовање генских кола код бактерија”. Од 01.07.2008. године ангажован је на међународном пројекту „Constituents, Fundamental Forces and Symmetries of the Universe“, Marie Curie Research Training Network (EU FP6), и у оквиру тог пројекта борави 3 месеца на INRNE институту за нуклеарна истраживања у Софији, Бугарска. Од

01.06.2015. до 31.5.2017. био је члан Билатералног пројекта "Quantum Gravity and Quantum Integrable Models" између Србије и Португала. У периоду од 04.04.2016. до 04.04.2019. ангажован је, у својству консултанта, и на пројекту "Quantization and Kahler Geometry", португалске Фондације за науку и технологију (FCT). Од 01.01.2020. до 31.12.2021. руководио је билатералним пројектом "Симетрије и квантизација" између Србије и Португала. Од 01.09.2017. до 31.08.2023, у оквиру ERC пројекта "A novel Quark-Gluon Plasma tomography tool: from jet quenching to exploring the extreme medium properties", Horizon 2020, European Research Council 2016 Consolidator Grant, ERC-2016-COG: 725741, руководио је делом пројекта за нумеричку анализу и развој DREENA софтвера. У периоду од 01.01.2021. до 31.12.2022. био је руководилац пројекта "Symmetries and Quantization 2020" – SQ2020, из Програма сарадње српске науке са дијаспором, Фонда за науку Републике Србије. Коначно, од 01.01.2022. до 31.12.2024. године био је члан пројекта „Квантна гравитација преко виших гејџ теорија" (QGHG-2021) из програма ИДЕЈЕ Фонда за науку Републике Србије, где је руководио радним пакетима WP2 и WP4.

Др Игор Салом се бави и педагошким радом, држећи курс опште теорије релативитета и квантне теорије информације ученицима четвртог разреда Математичке гимназије (у форми обавезне менторске наставе). Одржао је и велик број предавања за популаризацију науке, пре свега у Коларчевој задужбини и у Истраживачкој станици Петница.

Ожењен је и има двоје деце.

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Научно-истраживачка активност др Игорa Салома пре свега је везана за комбиновање метода математичке физике са употребом рачунара у модерним истраживањима у различитим областима физике. Иако је његово интересовање доминантно усмерено на симетрије, физику високих енергија и теорију гравитације, он је ову комбинацију познавања математичких и рачунарских метода применио и у контексту интегралних система, физике поларона, па чак и у истраживањима везаним за динамику ширења COVID-19 пандемије.

1) Афине теорије гравитације

Др Игор Салом је своју докторску тезу радио под руководством академика проф. Ђорђа Шијачког, на тему афиних теорија гравитације. Ове теорије представљају један од покушаја да се превазиђу тешкоће са којима се суочавају модерни покушаји обједињавања опште теорије релативности и квантне теорије поља. Основ ових модела је радикална измена симетријске основе теорије, где се уместо полазишта у локализацији Поенкаре симетрије (семидиректног производа просторно-временских транслација и Лоренцове групе), полази од идеје локализације семидиректног производа транслација и генералне линеарне групе свих линеарних трансформација координата. Замисао је да је накнадно нарушење симетрије одговорно за то што на ниским енергијама опсервирамо само Лоренцову подгрупу генералне линеарне групе. Због специфичности могућих нарушења симетрије, природно је разматрати и случајеве са више од четири просторновременске димензије.

Један од основних проблема са којима се суочавамо при конструкцији оваквих модела јесте непознавање репрезентација специјалне линеарне групе у базису који је релевантан из физичког угла. Како се ради о некомпактној групи, релевантне (овде махом унитарне, или њима блиске) репрезентације су бесконачнодимензионалне, и стандардни методи не дају резултате у

примењивој форми (базису). Отуд је замисао истраживања у оквиру докторске тезе била примена тзв. Гелманове деконтракционе формуле - прескрипције која је давала одређене репрезентације специјалне линеарне групе управо у жељеном базису (који одговара њеној максимално компактној ортогоналној подгрупи).

Реализација ове идеје, и провера затварања комутационих релација добијених генератора симетрије, захтевали су експлицитно познавање Клебш-Жорданових коефицијената специјалне ортогоналне групе у $n > 4$ димензија, као и проверу компликованих алгебарских израза. Ово је пак захтевало интензивно коришћење пакета за симболичко рачунање Wolfram Mathematica: осмишљавање комплексних алгоритама за генерисање и тестирање Клебш-Жорданових коефицијената, као и њихову накнадну имплементацију при конструкцији матричних елемената генератора специјалне линеарне групе. Тек је експлицитна софтверска реализација ових прорачуна указала да је Гелманова деконтракциона формула неадекватна у својој основној форми. Управо је софтверска реализација затим омогућила и да се дође до хипотезе, а потом и доказа како је могуће генерализовати Гелманову деконтракциону формулу тако да она омогући конструкцију далеко шире класе физички интересантних интерпретација. Ова генерализација је била један од кључних резултата истраживања у оквиру ове тезе и презентована је прво у раду [34] (видети списак публикација у прилогу материјала за избор у звање) за случај пет просторновременских димензија, а затим и за случај произвољног броја просторновременских димензија [33]. У раду [31] дискутована је примена добијене методе за конструкцију репрезентација специјалне линеарне групе у физичком контексту гравитације и елементарних честица, док су допунске особине ове методе разматране у публикацијама [32, 40, 58, 61, 62, 63, 64]. Осим у проучавању афиних теорија гравитације, математички метод деконтракције који је овде разрађен могао би наћи примену и у контексту других група симетрије.

II) Ортосимплектичка суперсиметрија

Др Игор Салом је за генерализације Поенкареове симетрије био заинтересован још и пре његовог заједничког рада са проф. др Ђорђем Шијачким на афиним теоријама гравитације. Већ током постдипломских студија, предмет његовог интересовања и самоиницијативног истраживања постала је ортосимплектичка супералгебра $osp(1|8, R)$, и то као потенцијални кандидат за фундаменталнију групу симетрије равног просторвремена.

Кључан предуслов за ово истраживање је поново било напредно владање методама функционалног програмирања у пакетима за симболичко рачунање. Ово је посебно било пресудно при истраживању иредуцибилних репрезентација $osp(1|2n, R)$ супералгебри (ове алгебре се, математички еквивалентно, могу видети и као алгебре парабозона). Захваљујући овој експертизи, др Игор Салом је осмислио и реализовао алгоритме за испитивање Верма модула (уз систематско проналажење сингуларних и супсингуларних вектора) и тиме омогућио изналажење позитивно-енергетских унитарних репрезентација ове класе супералгебри. Ова методологија омогућила му је да уочи да у постојећој литератури недостаје велик број репрезентација из ове класе. Повезавши се са признатим експертом за ову област проф. Владимиром Добревим, чланом Бугарске академије наука, у сарадњи реализованој махом кроз Marie Curie Research Training Network и током вишемесечног боравка у Софији, употпуњена је класификација ових репрезентација.

Физичка релевантност ове суперсиметрије у контексту потенцијалне симетрије просторвремена дискутована је у [19, 37, 39, 41, 65, 66]. Математички резултати везани за класификацију иредуцибилних репрезентација приказани су у [35, 50, 53]. Такође, др Игор Салом

је успоставио и директну везу ове класе иредуцибилних репрезентација са репрезентацијама ортогоналне групе, нудећи тиме и један метод за њихову експлицитну конструкцију [56, 57].

III) Трочестични хиперсферни хармоници

Сферни хармоници, односно декомпозиција заснована на њиховој основи, представља за функције на сфери оно што Фуријеова трансформација представља за периодичне функције једне променљиве. Отуд је њихов значај огромен у различитим областима физике и њој блиских наука. Посебан значај добијају у контексту квантне механике и решавања Шредингерове једначине, а општепозната је њихова улога у случају таласних функција водонику сличних атома.

У овом последњем и најпознатијем случају видимо њихов значај за третирање квантномеханичког проблема две честице: протона и електрона. Захваљујући преласку у систем центра масе, двочестични проблем се овде ефективно редукује на проблем једне честице у централном пољу, делећи проблем на радијални и сферни део.

У случају трочестичних система, приликом прелазаска у систем центра масе долази до редукације броја степени слободe са 9 на 6. Конфигурација система се надаље природно описује помоћу једне хипер-радијалне координате и пет “хиперсферних” углова на јединичној сфери у шест димензија. Шредингеова једначина се, по аналогiji са двочестичним случајем, тада најлакше може решавати у базису одговарајућих 6-димензионалних хиперсферних хармоника. Док су обични сферни хармоници у тродимензионалном простору пребројани и дефинисани особинама $SO(3)$ групе ротација, њихови 6-димензионални еквиваленти представљају функције на хиперсфери које одговарају векторима иредуцибилних репрезентација групе $SO(6)$. Но, физички контекст диктира и даље неопходне особине ових хармоника: они морају бити познати у базису који одговара конкретної $SO(3)$ подгрупи укупне $SO(6)$ симетрије - оној задатој физичким ротацијама три просторне координате. Тек онда они постају изузетно корисна алатка за третирање квантомеханичких проблема три тела.

Налажење експлицитног облика хиперсферних $SO(6)$ хармоника задатих оваквим условима је сложен математички проблем, којег се др Салом прихватио у сарадњи са др Вељком Дмитрашиновићем. У овом истраживању је поново била кључна комбинација кандидатових експертиза из математике Лијевих група и из функционалног програмирања у Wolfram Mathematica пакету. Захваљујући тој комбинацији, решен је проблем налажења симетријски адаптираних хиперсферних трочестичних хармоника, прво за планаран случај - који одговара $SO(4)$ хармоникима [30], а затим коначно и за општи $SO(6)$ случај [27].

Овај резултат се може генерално применити за решавање Шредингерове једначине код трочестичних система (када су честице сличних маса), што је дискутовано у [29]. Ипак, основна мотивација за ово истраживање потиче из хадронске физике - зарад квантомеханичког третирања везаних система три кварка - па су резултати пре свега примењивани и дискутовани у овом контексту [16, 38, 45, 48, 51, 52, 59].

IV) Интеграбилни системи

У квантној механици, интеграбилни системи, тј. системи који могу да се у потпуности аналитички третирају, посебно су ретки (још ређи него у класичној физици). Отуд постоји и

немали интерес за сваки овакав аналитички решив проблем, при чему се, природно, трага за што генералнијим класама решивих проблема и тежи сваком могућем уопштавању оваквих модела. То важи чак и у случајевима када разматрани модели немају директну физичку примену или интерпретацију, јер увек постоји нада да пронађено аналитичко решење може да послужи као апроксимација реалног физичког проблема, или бар као изванстан “toy model”.

Интересовање др Игора Салома за интегралне системе јавило се када је приметио да се алгоритми у пакету Wolfram Mathematica за анализу Верма модула, које је претходно развио, уз одређене модификације могу применити и на решавање генерализација Хајзенбергових спинских ланаца у формализму алгебарског Бете анзаца. Тако је започета вишегодишња међународна сарадња др Игора Салома са др Ненадом Манојловићем из Португала и његовим сарадницима, која је резултирала са неколико међународних пројеката, као и отварањем нове истраживачке теме квантних интегралних система, којом се пре тога нико у Србији није бавио.

Радови [17, 18] донели су несумњив напредак у разумевању XXX спинског ланца за случај непериодичних граничних услова. Осим тога, у овим радовима, по први пут је размотрен и разјашњен и одговарајући Гаудин модел. Гаудин модели су посебно занимљиви јер представљају интегралне моделе са “дугодометним” интеракцијама (наспрот “nearest neighbor” апроксимацији која је у основи система спинских ланаца). У склопу истог истраживања, али и даљих корака ка разумевању XXZ спинског ланца, публикована су и саопштења са конференција [54, 55]. Тригонометријски $sl(2)$ Гаудин модел, као и неке друге варијације Гаудин модела, детаљно су затим разматрани у [21, 24, 25, 28, 44, 47, 49], док је рационални $so(3)$ Гаудин био предмет рада [20]. У раду [46] дискутован је и Гаудин модел који одговара XYZ ланцу.

Осим општег и математичког значаја, ови системи, а посебно Гаудин модели, интересантни су и из угла потенцијалне везе са интегралним “toy models” релевантним за теорију гравитације.

V) Физика поларона

Поларони су квазичестице које у физици чврстог стања помажу да објаснимо ефективне интеракције електрона и атома у решетки. Наиме, кретање носиоца наелектрисања (електрона или шупљине) често је поремећено потенцијалним јамама које настају услед колективних промена положаја атома у решетки - појава коју ефективно описујемо поларонима. Проучавање детаља оваквих система је изразито комплексно са нумеричке стране, делом услед високе димензионалности одговарајућег Хилбертовог простора, која експоненцијално расте са бројем честица, а делом и услед снажне корелисаности релевантних вишечестичних стања. Отуд се јавила идеја да се овакви системи проучавају помоћу тзв. аналогних квантних симулатора.

Рад [14] настао је као резултат комбинације напредног познавања симболичког и нумеричког рачунања у програмском пакету Wolfram Mathematica (уз добро владање математичким методама квантне механике) од стране кандидата др Игора Салома са једне стране, и изузетне експертизе коју др Владимир Стојановић поседује у области чврстог стања и квантних симулатора са друге. У раду се разматра формирање и временска еволуција тзв. малих поларона, добијена софтверском симулацијом и нумеричком дијагонализацијом одговарајућег ефективног хамилтонијана.

Кратка али врло ефикасна научна сарадња која је резултирала овим радом, илуструје колико је комбинација познавања разноликих математичких и рачунарских метода од стране др Игора Саломе примењива у најразличитијим областима физике.

V) Истраживање кварк-глуонске плазме

Због његове експертизе у области симболичких, али и нумеричких, компјутерских прорачуна, као и познавања физике високих енергија, др Игор Салом је био ангажован као део тима на пројекту испитивања особина кварк-глуон плазме ERC-2016-COG: 725741, из класе престижних ERC (European Research Council) пројеката. У оквиру овог пројекта, кандидат је руководио развојем нумеричких симулација за прорачуне губитака високоенергетских партона при проласку кроз кварк-глуонску плазму.

Наиме, кварк-глуонска плазма (КГП) је стање материје у којој кваркови и глюони нису конфинирани (тј. везани у “безбојне” барионе и мезоне). Ово стање материје сматрамо да је постојало у најранијим фазама после великог праска, а данас можемо да га произведемо у сударима тешких јона у великим акцелераторима.

Основни циљ ERC пројекта “A novel Quark-Gluon Plasma tomography tool: from jet quenching to exploring the extreme medium properties”, чији је др Игор Салом био члан, било је изучавање особина КГП базирано на информацијама које добијамо на основу тзв. високоенергетских проба: честица врло високих енергија које повремено настају у овим сударима и затим пролазе кроз КГП. Ове честице, пролазећи кроз КГП медијум интерагују са њим и губе енергију на начин који је могуће прорачунати (полазећи од основних принципа квантне теорије поља). Детаљи ових енергетских губитака, након усклађивања прорачуна са реалним експерименталним подацима, могу нам пружити информације о особинама КГП (пре свега о њеној температури, из које се даље онда могу реконструисати и други основни параметри).

Нумеричко симулирање проласка ових високоенергетских честица кроз плазму је врло рачунски захтевно, и захтева максималне нивое оптимизације и паралелизације. Др Игор Салом је руководио осмишљавањем и реализацијом одговарајућих алгоритама, који би прво били имплементирани и тестирани у Wolfram Mathematica пакету, а затим превођени у C++ и покретани на хардверу који је омогућавао висок степен паралелизације.

Пројекат се одвијао у неколико основних фаза. Почело се од симулирања проласка високоенергетских честица кроз КГП у грубој апроксимацији медијума константне температуре. Већ и овакав базичан приступ дао је корисне резултате и показао солидно слагање са мерењима [15]. Затим се прешло на моделирање медијума у тзв. Бјоркеновој експанзији, где температура КГП зависи од времена, али не и од просторних координата [13]. У коначној фази, разрешен је и најзахтевнији случај: медијум произвољног - и временски и просторно променљивог - температурног профила, који се преузима из хидродинамичких симулација еволуције КГП [8]. Ова алгоритамско-нумеричка решења довела су и до низа нових и нетривијалних закључака о особинама КГП, који су дискутовани у [5, 6, 7, 22]

VI) Математичко моделирање прогресије COVID-19 пандемије

Почетком 2020. године светом је почела да се шири пандемија изазвана вирусом SARS-CoV-2. У атмосфери опште забринутости услед COVID-19 пандемије, др Игор Салом је, са групом колега са Института за физику у Београду, као и са Биолошког и Медицинског факултета, решио

да проба да да свој допринос разумевању нове болести, не би ли тиме посредно допринео и спречавању њеног ширења. Анализа динамике ширења пандемије није захтевала толико медицинског знања, колико разумевање одговарајућих математичких и рачунарских метода, које су имале своје сличности са оним примењиваним за разматрање физике комплексних система.

Основна идеја је била уочити, ако је могуће, који то параметри доприносе ширењу болести у популацији: од фактора природне средине (попут метеоролошких), па до социјално-демографских. Истраживање је подразумевало што аутоматизованије агрегирање доступних података, а затим прецизну математичку анализу, наравно компјутерску, уз коришћење метода машинског учења (установљавање чисто линеарних корелација је било недовољно у овом контексту) [3, 10, 12, 14]. Такође, избор одговарајуће мере за брзину ширења болести (тзв. прокси варијабле) захтевао је претходно математичко моделирање еволуције епидемије, уз нумеричко, па чак и колико је могуће аналитичко [4], решавање одговарајућег система диференцијалних једначина. Слично као и код физичких феномена, кључно је било и препознати потенцијалне систематске грешке у експериментално доступним опсерваблама [1, 9]. Предмет проучавања била је не само брзина ширења заразе већ и варијације у тежини изазване болести [2, 76], као и утицај (па самим тим и избор) мера за сузбијање пандемије [11]. Ова истраживања су такође захтевала комбинацију познавања математичког моделовања и рачунарско-софтверских метода.

Сем ових егзактних истраживачких тема, др Игор Салом се бавио и проблемима из сфере филозофије физике, посебно онима који су у вези са квантном механиком и њеним интерпретацијама. Рад [75] сем свог прегледног карактера даје и лични поглед др Салома на импликације експерименталног нарушења Белове неједнакости. Занимљиво је да је тај рад привукао доста пажње, па је чак, уз дозволу аутора, преведен и на руски језик [77, 78]. Веза Колмогоровљеве (алгоритамске) комплексности и субјективне перцепције је заправо врло релевантна и за many-worlds интерпретацију квантне механике, и дискутована је у [79]. Рад [80] бави се потенцијалним везама између проблема мерења у квантној механици и тзв. тешког проблема свести. Рад [81] пак представља ауторово гледиште на познати парадокс Вигнеровог пријатеља.

Из приложеног се види ширина спектра истраживања кандидата, као и његова способност да сарађује са колегама из различитих подобласти теоријске физике, али и да истражује самостално. Зајдничка црта која повезује допринос др Игора Салома у свим овим областима је управо синергија експертиза из области математичких и рачунарских метода.

3 ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Игор Салом до сада укупно има преко 60 научних публикација, међу којима су 4 рада у категорији M21a, 15 радова у категорији M21, 15 у категорији M22, 1 у категорији M24, 1 у категорији M14, 4 у категорији M31, 1 у категорији M32, 24 у категорији M33, 1 у категорији M53, као и два рада којима још није званично додељена M категорија, а био је и уредник 3 зборника радова са међународних скупова, категорије M36. Укупан импакт фактор ових радова је 131.86.

Од тога, у период од одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања спада следећих 27 резултата: 4 рада у категорији M21a, 8 радова у категорији M21, 5 у категорији M22, 1 у категорији M31 (предавање по позиву), 5 у категорији M33, 1 у категорији M53 и 1 у категорији M36, као и два рада којима још није званично додељена М категорија. Укупан импакт фактор ових радова је 81.375 (односно 84.475 ако се урачуна и рад са ИФ који чека М класификацију).

Рад [76] објављен (након избора у претходно звање) у часопису *Frontiers in Big Data* (IF2022 = 3.1) још увек чека да добије званичну Web of Science Subject категорију (па самим тим и M20 категорију). Такође, за поглавље у тематском зборнику међународног значаја [36] још није одређена званична М категорија.

По својим научним резултатима, др Игор Салом је био рангиран у 20 посто истраживача у Србији према Листи изврности у науци, Министарства за науку Републике Србије. Према бази Scopus, радови др Игора Салома су цитирани укупно 363 пута, а 221 пут без аутоцитата, односно 184 пута без аутоцитата и цитата свих коаутора. Хиршов индекс кандидата је 10.

У периоду од покретања поступка за претходно звање кандидат је публиковао радове из три различите истраживачке теме. Иако је међу овим радовима чак 4 из категорије M21a и 8 из категорије M21, за илустрацију кандидатових научних доприноса која би покривала све три истраживачке теме, најприкладнији је одабир следећих 5 радова:

I) D. Zigic, I. Salom, J. Auvinen, P. Huovinen, M. Djordjevic, "DREENA-A framework as a QGP tomography tool". *Front. Phys.*, 10. (2022) <https://doi.org/10.3389/fphy.2022.957019>. Категорија M21; Physics, Multidisciplinary; IF = 3.560, SNIP = 1.28.

II) D. Zigic, J. Auvinen, I. Salom, M. Djordjevic, P. Huovinen, Importance of higher harmonics and v4 puzzle in quark-gluon plasma tomography. *Phys. Rev. C*, 106(4), 044909 (2022). <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.106.044909>. Категорија M21; Physics, Nuclear; IF = 3.296, SNIP = 1.23.

III) I. Salom, N. Manojlović, Bethe states and Knizhnik-Zamolodchikov equations of the trigonometric Gaudin model with triangular boundary, *Nuclear Physics B*, Volume 969 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2021.115462>. Категорија M22; Physics, Particles & Fields; IF = 3.045, SNIP = 0.94

IV) N. Manojlović, I. Salom, Rational $so(3)$ Gaudin model with general boundary terms, *Nuclear Physics B*, Volume 978, 115747, (2022), <https://doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2022.115747>. Категорија M22; Physics, Particles & Fields; IF = 3.045, SNIP = 0.94.

V) O. Milicevic, I. Salom, M. Tumbas, A. Rodic, S. Markovic, D. Zigic, M. Djordjevic, M. Djordjevic, PM2.5 as a major predictor of COVID-19 basic reproduction number in the USA, *Environmental Research*, 201, 111526–111526, (2021). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111526>. Категорија M21a; Environmental Sciences; IF = 8.431, SNIP = 1.73.

У првом од издвојених радова је представљена алгоритамска реализација DREENA-A модела (A-adaptive), у оквиру ERC пројекта "A novel Quark-Gluon Plasma tomography tool: from jet quenching to exploring the extreme medium properties". Публикација овог рада означила је да је

постигнут један од кључних прокламованих циљева пројекта: софтверски је реализован модел за рачунање губитака високоенергетских партона који се простиру кроз кварк-глуонску плазму произвољно задатог температурног профила. Овом резултату претходили су међукораци реализације DREENA-C модела - који је подразумевао апроксимацију медијума константне температуре, и DREENA-B модел - који је подразумевао медијум код кога температура зависи само од времена, али не и од просторних координата. У раду су приказани и први нумерички резултати добијени коришћењем DREENA-A софтвера, и направљена прва поређења овако добијених теоријских предикција са експерименталним резултатима. Код је отвореног типа, и доступан истраживачима из ове области широм света. Како је др Игор Салом руководио овим делом пројекта (тј. осмишљавањем алгорита и његовом реализацијом), ово је уједно био и његов кључан допринос пројекту, а тиме и публикацији. Првopotписан на раду је студент докторских студија Душан Жигић, коме је др Салом био руководилац при изради докторске тезе.

Други рад је такође везан за проучавање особина кварк-глуонске плазме. У њему је приказана примена DREENA-A алгорита на проучавање тзв. виших хармоника тока високоенергетских честица. Док је је први рад демонстрирао употребу DREENA-A софтверског модела у случају усредњених температурских профила, систематско проучавање коефицијената тока захтевало је узимање у обзир и тзв. event-by-event флукуација, што је пак подразумевало и допунске модификације и оптимизације самог алгорита. Посебно интересантан резултат овог рада представља поређење нумерички добијених вредности за коефицијент v_4 са одговарајућим експериментално добијеним резултатима из ЦЕРН-а. Добијене нумеричке вредности су се испоставиле значајно нижим од експерименталних, доведши тиме у питање адекватност извесних стандардних теоријских претпоставки - а ученој разлици дат је назив " v_4 puzzle". Кључан елемент овог рада представљао је алгоритам за прорачун губитака високоенергетских честица, чијом реализацијом је руководио др Игор Салом, а кандидат је учествовао и у другим аспектима овог истраживање, поготово у анализи резултата. Сем првopotписаног студента Душан Жигића (коме је кандидат био коментор при изради докторске тезе), коаутори су још и др Магдалена Ђорђевић (на чијем теоријском моделу је прорачун заснован, а која је била и руководилац ERC пројекта) као и двојица колега из Финске задужених за део хидродинамичких симулација КГП медијума.

Трећи и четврти рад баве се тзв. Гаудин моделима, који представљају интеграбилне моделе са "дугодометним интеракцијама" и који се могу посматрати или као лимес одговарајућег спинског ланца, или независно. Оба рада су реализована у оквиру међународне сарадње, са колегом Ненадом Манојловићем из Португала.

Конкретно, у трећем од ових радова детаљно је разматран Гаудин модел који одговара тригонометријском (XXZ) $sl(2)$ случају, и то без наметања захтева за периодичношћу граничних услова. Нађени су Бете вектори, као и дејство генерирајуће функције тригонометријских Гаудин хамилтонијана у off-shell форми. Дат је експлицитан облик дејства Гаудин хамилтонијана на Бете векторе, нађена решења одговарајућих Књижник-Замолдчиков једначина, као и изрази у затвореној форми за норме и скаларне производе Бете вектора. Посебан допринос овог рада је у ученој допунској симетрији, тј. степену слободе који инхерентно постоји у локалној реализацији генератора, и који је био пресудан за остатак резултата постигнутих у раду. Како се ради о публикацији са само два аутора, јасан је значај учешћа кандидата у овом раду (конкретно, др Салом је био заслужан и за уочавање допунског степена слободе у моделу, док су се за достизање

свих поменутих теоријских закључака поново користили функционални алгоритми које је развио кандидат).

У четвртом раду је пак разматран рационални $so(3)$ Гаудин модел са непериодичним граничним условима. И у овом случају, успешно су израчунати дејство дејство генерирајуће функције тригонометријских Гаудин хамилтонијана на Бете векторе, у off-shell форми, као и одговарајућа решења Књижник-Замолдчиков једначина и нађени изрази за норме и скаларне производе Бете вектора. Додатан искорак у овом раду био је у томе што је модел решен уз потпуно произвољне граничне услове. Наиме, док је стандардни поступак захтевао триангуларни облик граничних К-матрица (што је био случај и у трећем раду са овог списка), у овом раду је показано да се адекватним избором вакуумског стања ово ограничење може избећи и модел даље генерализовати. Као и у случају претходног рада, и на овом раду је др Салом имао само једног коаутора, те допринос кандидата није упитан (сем осталих доприноса у конципирању, прорачунима и писању рада, и ово истраживање је кључно зависило од компјутерских алгоритама које је кандидат развио и овде примењивао).

Треба поменути и да, иако је часопис Nuclear Physics B у коме су ова два рада публикована већ неко време сврстсан у M22 категорију, ради се о часопису са дугом традицијом врхунског (M21) међународног часописа који је и даље веома престижан у овој конкретној области. Наиме, часопис има посебну секцију посвећену математичкој физици, али то није препознато у оквиру Web of Science Subject Categories класификације (иначе би се, према свом ИФ, у области математичке физике часопис класификовао као M21a). Но, због свог врло високог импакт фактора у односу на уобичајене вредности у математичкој физици, он је и даље веома популаран и престижан за публикације из теорије група и интеграбилних система (поготово код истраживања у оквиру међународне сарадње као што је ово, где се превасходно вреднује импакт фактор као много распрострањеније мерило квалитета од M категорија).

Пети рад са ове листе, објављен у часопису из M21a категорије, илуструје и област мултидисциплинарног истраживања којом се кандидат такође бавио у периоду од стицања претходног научног звања (истраживање потпада под област Environmental Sciences). Овај смер истраживања јавио се услед жеље кандидата и неколицине колега са Института за физику у Београду, као и са Биолошког и Медицинског факултета да искомбинују своја теоријска знања и експертизе, свако из своје области, и допринесу колективној цивилизацијској борби против изненадне пандемије корона вируса. Конкретан рад (одабран за илустрацију и због своје значајне цитираности од 22 хетероцитата) је указао на значајну улогу загађености ваздуха (конкретно концентracије PM2.5 честица) у брзини ширења заразе. До овог закључка дошло се пажљивом квантитативном анализом података о еволуцији броја потврђених случајева заразе у појединачним државама САД. Како се ради о врло комплексном феномену, који може да зависи од великог броја (потенцијално високо корелисаних) параметара, анализа је, након сакупљања огромне количине релевантних података, захтевала прво моделирање прогресије епидемије одговарајућим диференцијалним једначинама, а затим и примену различитих математичких метода тражења корелација између селектованих независних варијабли и одабране мере прогресије (што линеарних метода, а што генералнијих нелинеарних метода машинског учења, примењених након тзв. principal component анализе). Како је овакво истраживање захтевало прикупљање и обраду велике количине података, као и преглед обимне релевантне литературе, природно је и било укључити већи број студената: од 8 аутора на раду, чак 5 су били студенти докторски студија (у плану је било и да кандидат буде коментор првопотписаном студенту). За конципирање

истраживања, организацију рада студената, интерпретацију резултата и писање саме публикације заслужни су били највише кандидат др Салом и његов колега са Биолошког факултета, др Марко Ђорђевић.

3.1.2. Цитираност

Према бази Scopus, радови др Игора Салома су цитирани укупно 363 пута, а 221 пут без аутоцитата, односно 184 пута без аутоцитата и цитата свих коаутора. Хиршов индекс кандидата је 10 (према бази Scopus). Ово представља значајну цитираност поготово ако се узме у обзир да се кандидат највећи део своје научне каријере бавио математичком физиком, у којој је цитирање значајно ређе, блиско стандардима у математици.

3.1.3. Параметри квалитета часописа

Др Игор Салом је до сада укупно објавио 35 радова у часописима из М20 категорија, и то 4 у категорији М21а, 15 радова у категорији М21, 15 у категорији М22, 1 у категорији М24. Укупан импакт фактор ових радова је 131.86 (односно 134.96, ако се урачуна и публикација која још чека званичну М20 класификацију). Од тога, у период од одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања спада 17 радова у М20 категоријама: 4 рада у категорији М21а, 8 радова у категорији М21 и 5 у категорији М23. Укупан импакт фактор ових радова (од стицања претходног научног звања) је 81.375 (односно 84.475 ако се урачуна и публикација која још чека званичну М20 класификацију).

Током изборног периода, кандидат је објављивао радове у веома угледним часописима, како из области физике високих енергија и математичке физике, тако и из области везаних за мултидисциплинарна истраживања: Physical Review C (ИФ=3.30), Nuclear Physics B (ИФ=3.05), Nuclear Physics A (ИФ=1.70), Symmetry (ИФ=2.71), Frontiers in Physics (ИФ=3.56), One Health (ИФ=9.00), Environmental Research (8.43), GeoHealth (ИФ=6.34), Frontiers in Ecology and Evolution (ИФ=4.50), Advances in Protein Chemistry and Structural Biology (ИФ=5.45), Global Challenges (ИФ=5.14), Scientific Reports (ИФ=5.00), Frontiers in Big Data (ИФ=2.40), Nonlinear Dynamics (ИФ=5.74).

Библиометријски показатељи за радове кандидата из категорија М20 у периоду након претходног избора у звање (импакт фактор, М поени и СНИП) приказани су у табели:

М21, М22, М23	ИФ	М	СНИП
Укупно	81.375	129	21.36
Усредњено по чланку	4.79	7.59	1.34
Усредњено по аутору	18.12	29.37	5.02

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

Др Игор Салом се, током своје досадашње научне каријера, бавио различитим областима и типовима истраживања. За радове чисто теоријског карактера на којима је др Салом аутор важи да је његов допринос био веома значајан а врло често и доминантан, пре свега зато што су резултати углавном били базирани на кандидатовом познавању метода математичке физике (пре свега теорије група), у комбинацији са оригиналним начинима примене рачунара за симболичке теоријске прорачуне. У случају истраживања афиних теорија гравитације, кључно је било познавање репрезентација ортогоналних група и способност да се симболичке релације тестирају рачунарски; у истраживању трочестичних хиперсферних хармоника поново је било кључно кандидатово познавање особина ортогоналних група у вишим димензијама, комбиновано са способношћу реализације функционалних алгоритама за изналажење хармоника. У истраживањима везаним за суперсиметрију, као и онима за квантне интеграбилне системе, за достизање резултата пресудни су били алгоритми (које је кандидат осмислио) за аутоматизовано испитивање особина различитих модула (Верма модула, односно простора репрезентација спинских ланаца). Скоро сви ови теоријски радови имају до три аутора и у њима обично не постоји концепт првог аутора.

У радовима везаним за истраживања кварк-глуонске плазме, кандидат је дао кључан допринос пре свега руководећи развојем и реализацијом оптималних алгоритама за израчунавање енергетских губитака (осмишљавајући их, али и директно кодирајући). Добијен софтвер био је онда и главна алатка у свим даљим испитивањима особина КГП, а та испитивања су увек захтевала и накнадне модификације софтвера, као и неопходна тумачења из угла некога ко истовремено изузетно добро познаје коришћени алгоритам али и разуме саме физичке процесе (рецимо, да би се разликовали рачунски артефакти од реалних физичких ефеката). У мултидисциплинарним радовима везаним за испитивање динамике пандемије, важан допринос долазио је како од кандидатовог искуства са нумеричким симулацијама, тако и од математичког искуства са различитим динамичким системима. Кандидат је учествовао у осмишљавању, формулацији и дискусији проблема, у прорачунима, као и у самом писању радова.

Радови на тему КГП, као и радови на тему динамике прогресије пандемије су укључивали нумеричке симулације (као и сакупљање и обраду велике количине података), па је природно да је у тим истраживањима морао да учествује већи број научника. При томе, у тим радовима (поготово оним везаним за истраживање динамике пандемије), значајан број коаутора су били студенти, који су најчешће били и међу првопотписанима.

Треба подвући и да је др Игор Салом први у Србији започео да се бави квантним интеграбилним системима. Такође, осмислио је иновативну методологију употребе функционалног програмирања у Wolfram Mathematica пакету за решавање чисто теоријских проблема из математичке физике. Кроз студентске праксе започете на Институту за физику, он тренутно ради на преношењу новим генерацијама студената ових нових метода истраживања и ове (код нас) нове теме квантних интеграбилних система.

3.1.5. Награде

Др Салом је 2016. године био добитник STSM гранта COST акције MP1405 (Short Term Scientific Mission grant), као и EU FP6 гранта "Marie Curie Research Training Network" 2008. године.

Награђен је од стране Универзитета у Београду као најбољи студент који је дипломирао у 2000. години, као и награђен стипендијом фонда "Ђорђе Живановић" због "изузетних резултата постигнутих на студијама из физике". Добитник је Октобарске награде града Београда 1995. године. Био је ђак генерације Математичке гимназије и освајач Бронзане медаље на интернационалној математичкој олимпијади у Торонту 1995. године.

3.1.6. Елементи применљивости научних резултата

Највећи део истраживачког рада кандидата је чисто теоријске природе, и бави се или физиком која је релевантна једино на екстремно високим енергијама (што важи за изучавање кварк-глуонске плазме, хадронске физике, као и за разматрања генералнијих просторно-временских симетрија), или апстрактним теоријским моделима који немају (познату) директну реализацију у природи (интеграбилне генерализације спинских ланаца и Гаудин модели). Отуд се практична примењивост ових резултата огледа пре свега у потенцијалу за обуку и школовање младих научних кадрова на високошколском нивоу, а посебно за учење напредних математичких и рачунарских техника које су важан аспект свих истраживања др Салома. Искуство показује да развој новог математичког апарата, формулације нових модела физичких теорија и усавршавање нових методологија касније веома често нађу примену у другим областима како физике, тако и науке и технологије уопште.

Поред овог уопштеног практичног значаја, поједина истраживања др Игора Салома потенцијално имају и конкретнију применљивост.

Пре свега, истраживања проучавања динамике ширења COVID-19 пандемије којима се кандидат бавио довела су до закључака, али и методолошких искорака који могу бити примењиви и на било коју нову изненадну појаву епидемије или пандемије. У том смислу, овај део резултата др Салома би могао допринети да се, у таквим ситуацијама, спасу људски животи или смањи негативан утицај нове епидемије на економију и друштво у целини.

Такође, допринос који је кандидат дао везано за тематику поларона кроз рад [14], од потенцијалног је практичног значаја и за разумевање физике материјала, али и за реализације аналогних квантних симулатора. Затим, решавање различитих генерализација спинских ланаца могло би да помогне и у разумевању магнетних особина неких реалних система, а тиме доведе и до практичних примена. Коначно, трочестични хиперсферни хармоници које је кандидат конструисао могли би наћи потенцијалну примену у контексту реалних трочестичних квантих стања не само у хадронској физици већ и на ниским енергијама: рецимо за боље разумевање тзв. Јефимовљевих стања у атомској и нуклеарној физици, које би довело и до њихове практичне технолошке употребе.

3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

У периоду након претходног избора у звање, кандидат је непосредно сарађивао са пет млађих сарадника.

Др Игор Салом је био коментор на изради докторске тезе Душана Жигића под називом “Развој DREENA модела за томографију кварк-глуонске плазме”. Предмет докторског истраживања Душана Жигића била је софтверска реализација алгоритама за прорачуне енергетских губитака високоенергетских честица при проласку кроз кварк-глуонску плазму. Руководјење радом на овој тези имало је два аспекта. Један је био везан за алгоритамску имплементацију прорачуна енергетских губитака, који је - уз висок степен разумевања физичког контекста проблема - захтевао и експертизу у домену софтверских система и алгоритама, као и метода оптимизације и паралелизације. Други аспект, спроведен под руководством др Магдалене Ђорђевић, захтевао је експертизу у домену физике кварк-глуон плазме и квантне теорије поља на коначним температурама. Како нико др Салом ни др Ђорђевић нису имали експертизу у оба ова домена, израда ове докторске тезе је неизбежно захтевала два коментора. Уз то, др Салом је био руководилац пројектног задатака на коме је био ангажован мастер студент Душан Жигић (у оквиру ERC пројекта “A novel Quark-Gluon Plasma tomography tool: from jet quenching to exploring the extreme medium properties”), и у оквиру кога је реализован кључан део истраживања обухваћених дисертацијом. Др Салом са Душаном Жигићем има 9 заједничких радова.

На седници Изборног и Наставно-научног већа Физичког факултета, одржаној у среду 29. јануара 2025. године усвојен је Извештај Комисије за преглед и оцену докторске дисертације Душана Жигића и одређена је комисија за одбрану дисертације. У записнику са седнице, датом у прилогу материјала за избор у звање, јасно су назначена оба ментора.

Др Игор Салом је руководио, у својству коментора, и радом на две интердисциплинарне мастер тезе, одбрањене на Билошком факултету Универзитета у Београду:

- 1) Анђела Станковић, на тему “Примена машинског учења у разумевању глобалних предиктора преносивости SARS-CoV-2 у популацији”, одбрањена 20.09.2021;
- 2) Аница Брзаквић, на тему “Зависност основног репродуктивног броја COVID-19 од демографских и метеоролошких фактора”, одбрањена 29.9.2020.

Насловне странице мастер теза могу се наћи у прилогу материјала за избор у звање.

Др Игор Салом је активно учествовао и у програму студентских пракси које се организују на Институту за физику у Београду. На теми “Интеграбилни системи” - др Салом је био ментор двома студенткињама:

- 1) Александра Гајица, мастер академске студије, Физички факултет, Теоријска и експериментална физика, Универзитет у Београду;
- 2) Ивана Драчина, четврта година основних академских студија, Природно-математички факултет, Департман за физику, смер Физика, Универзитет у Новом Саду.

Са студенткињом Александром Гајицом планиран је и наставак рада на овој теми, у оквиру мастер тезе под менторством др Игора Салома.

Потврда о менторству налази се у прилогу материјала за избор у звање.

Такође, др Игор Салом се бави и педагошким радом. Већ скоро двадесет година држи комбиновани курс опште теорије релативитета и квантне теорије информације ученицима четвртог разреда Математичке гимназије, који се одвија у форми менторске наставе за специјално (менторско) одељење. Кроз овај курс кандидат утиче на развој научног кадра у раној фази, и подстиче интересовање за физику као науку. У овом периоду био је предавач многобројним успешним такмичарима из физике, а руководио је и писањем великог броја матурских радова.

3.3. Нормирање броја коауторских радова

У периоду након избора у претходно звање кандидат је објавио укупно 27 публикација, од тога 4 рада у категорији M21a, 8 радова у категорији M21, 5 у категорији M22, 1 у категорији M14, 1 у категорији M31, 5 у категорији M33, 1 у категорији M53 и 1 у категорији M36, као и две публикације које још чекају да им буде званично додељена M категорија.

Осим радова чисто теоријске природе (а код којих број аутора прелази 3 код само једне M33 публикације), међу овим резултатима налази се и већи број публикација које презентују резултате нумеричких симулација, и то у контексту две истраживачке теме: i) нумеричке симулације везане за кварк-глуонску плазму; ii) мултидисциплинарна истраживања везана за динамику ширења COVID-19 пандемије, која такође укључују нумеричке симулације и машинско учење. Код ових радова потребно је нормирање када је број аутора већи од 5, што је случај код седам публикација.

Пре нормирања (и без урачунавања две публикације које чекају на званичну категоризацију), укупан збир M-бодова резултата износи 140.00, док нормирани број M-бодова износи 126.04.

3.4. Руководјење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Др Игор Салом је руководио више пројеката и пројектних задатака.

Од 01.01.2021. до 31.12.2022 био је руководиолац пројекта "Symmetries and Quantization 2020" – SQ2020, из Програма сарадње српске науке са дијаспором, Фонда за науку, под бројем 6427195. Пројекат сарадње са португалским колегама је успешно спроведен, и поред тешкоћа везаних за пандемију COVID-19. У прилогу материјала за избор у звање се налази прва страна одговарајућег уговора између Фонда за науку и др Игора Салома.

Такође, кандидат је био руководиолац и Билатералног пројекта сарадње са Португалом, под називом "Симетрије и квантизација", који је омогућио да се додатно прошири сарадња научника са Института за физику и истраживача из Фара и Лисабона. У прилогу материјала за избор у звање се могу наћи копије пројектног извештаја за 2020. и 2021. годину.

У оквиру ERC пројекта "A novel Quark-Gluon Plasma tomography tool: from jet quenching to exploring the extreme medium properties", Horizon 2020, European Research Council 2016 Consolidator Grant, ERC-2016-COG: 725741, др Игор Салом је руководио делом пројекта за нумеричку анализу и развој DREENA софтвера - чија су реализација и употреба били и основни циљ пројекта. У прилогу се налази потврда руководиоца ERC пројекта, др Магдалене Ђорђевић.

У оквиру пројекта "Quantum Gravity from Higher Gauge Theory 2021" – QGHG-2021, из програма Идеје, Фонда за науку Републике Србије, (под евиденционим бројем 7745968), кандидат је руководио радним пакетима "Quantization of the Topological Theory" (WP2) и "Software Library Development" (WP4). Трајање пројекта је било од 01.01.2022. до 31.12.2024. У прилогу материјала за избор у звање се налази одговарајућа потврда руководиоца пројекта, др Марка Војиновића.

3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима и остали показатељи успеха у научном раду

Широк спектар тема којима се др Салом бавио повезан је и са широким спектром часописа који су од њега тражили услуге рецензије:

- ☐ Physical Review D
- ☐ International Journal of Theoretical Physics
- ☐ International Journal of Modern Physics A
- ☐ Physica A
- ☐ Frontiers in Physics
- ☐ Frontiers in Medicine
- ☐ Frontiers in Public Health,
- ☐ Quantum Information Processing f
- ☐ Physical Review Letters
- ☐ New Journal of Physics
- ☐ SIGMA
- ☐ Qeios
- ☐ Physics Books at CRC Press

У прилогу материјала за избор у звање се налазе писма уредништва сваког од ових часописа упућена кандидату, са позивима за рецензије.

3.6. Утицај научних резултата

Као што је наведено у одељку 1.2 овог документа, радови др Игора Салома су цитирани укупно 363 пута, а 221 пут без аутоцитата, односно 184 пута без аутоцитата и цитата свих коаутора. Пун списак радова са бројем цитата (како укупних, тако и само хетеро цитата) може се видети у прилогу, преузет из базе Scopus.

Осим квантитативно мерљивог утицаја који се процењује цитираношћу, занимљиво је поменути и да је недавни рад др Игора Салома "2022 Nobel Prize in Physics and the End of Mechanistic Materialism" [75] на филозофску тему интерпретација квантне механике, привукао

доста пажње и ван уских научних кругова, па је група филозофски настројених физичара, али и уметника руског порекла, организовала превод ове публикације на руски језик [77, 78].

Сем тога, једна од публикација на којој је др Салом коаутор - "Understanding infection progression under strong control measures through universal COVID-19 growth signatures" [11] - се појавила на насловној страници M21 часописа Global Challenges, у мајском издању 2021. године (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/gch2.202170051>).

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

Као што је детаљно образложено под тачком 1.4, кандидат је значајно допринео сваком раду који је објавио. Може се резмирати да је др Салом у свим публикацијама битно утицао на ток истраживања током израде радова, учествовао у аналитичким прорачунима, методама и техникама приступа проблемима, писању текста радова, као и у комуникацији са рецензентима приликом поступка објављивања.

Подвлачимо и да је кандидат увео методолошки искорак примењујући методе симболичког програмирања у подобластима математичке физике у којима оне раније нису биле заступљене, и такође, да је први у нашој земљи започео бављење квантним интеграбилним системима.

Везано за три публикована зборника радова са међународних скупова (категорија M36), др Салом је учествовао у селекцији и рецензијама радова обухваћених зборницима, техничкој обради текста и припреми зборника за публикување, као и писању увода и осталих делова зборника.

О разгранатој међународној сарадњи кандидата најбоље сведочи чињеница да се међу његовим коауторима појављује већи број страних истраживача. Посебну сарадњу има са Проф. Ненадом Манојловићем са Универзитета у Алгарвеу, Португал. Ова сарадња је реализована кроз више различитих пројеката: Пројекат сарадње српске науке са дијаспором (којим је кандидат руководио), чак два Билатерална пројеката Србије и Португала из програма Министарства за науку (једним о њих је и руководио др Салом), као и кроз учешће кандидата као консултанта на пројекту португалске фондације FCT. Др Игор Салом и проф. др Ненад Манојловић имају преко 10 заједничких публикација.

Значајна је била и сарадња кандидата са проф. Владимиром Добревим са ИНРНЕ института у Софији, Бугарска. Сарадња је успостављена током Marie Curie Research Training Network пројекта 2008. године, током које је др Игор Салом три месеца боравио у Софији. Касније је сарадња додатно интензивирана и кроз један COST STSM пројекат. Кандидат има неколико заједничких публикација са Проф. др Владимиром Добревим.

Све поменуте публикације са страним коауторима - и пратећа истраживања - реализована су добрим делом и у научним центрима у иностранству, током боравака др Салома.

3.8. Показатељи успеха у научном раду

Кандидат је одржао неколико предавања по позиву.

Још 2009. године кандидат је, по позиву, учествовао на конференцији "Lie theory and Its Applications in Physics", од 15.06.2009. до 21.06.2009. у Варни, Бугарска, која се тада одржавала 8. пут. Др Игор Салом је тада одржао предавање "Conditions for Validity of the Gell-Mann Formula in the Case of $sl(n, \mathbb{R})$ and/or $su(n)$ Algebras" које је било штампано у целини. Организатори су покрили све трошкове.

Две године за редом био је позиван на међународни симпозијум Petrov International Symposium „High Energy Physics, Cosmology and Gravity“ који се одржавао у Кијеву, Украјина: V Petrov International Symposium био је одржан од 29. априла до 5. маја 2012. док је VI Petrov International Symposium одржан од 5. до 8. септембра 2013. године, и у оба случаја излагање му је штампано у целини.

Такође, кандидат је био позван да учествује и на међународној конференцији SQS'2013 одржаној од 29. јула до 3. августа 2013. године у Дубни, Русија. Његово предавање на тему "Representations and Particles of Orthosymplectic Supersymmetry Generalization" било је штампано у целини у часопису "Physics of Particles and Nuclei Letters".

Специјално је позван и да одржи предавање на радионици „Search for Classical Analysis and Quantum Integrable Systems“, одржаној 15-17 новембра 2014. године у Кјоту као и по једно пратеће предавање у Осаки и Јонезави, при чему су му организатори покрили све трошкове двонедељног боравка у Јапану. Конференција у Кјоту је публиковала само зборник апстраката.

Др Игор Салом одржао је предавање по позиву и на конференцији "Excited QCD 2020" која је организована од 2. до 8. фебруара 2020. године у Пољској. Тамо је одржао предавање "Three Nonrelativistic Quarks in the Lattice QCD Potential: Can One See the Difference in Baryon Spectra?", штампано у целини.

У прилогу овог документа налазе се свих шест поменутих позивних писама.

Кандидат је учествовао у организацији чак осам међународних скупова математичке физике из МРНУС серије, а 2014. и 2017. године је био и формални носилац организације. 2015, 2018 и 2020. био је и уредник зборника радова са ових скупова. У последње три конференције из ове серије био је и члан програмског одбора. (Видети <http://www.mphys11.ipb.ac.rs/> и линкове на претходне конференције из серије.)

Такође, био је и у локалном организационом одбору једне од највећих конференција у коорганизацији CERN-а: "Large Hadron Collision Physics (LHCP) 2023", одржаној у Београду од 22. до 26. маја 2023. (<https://indico.cern.ch/event/1198609/page/27808-local-organising-committee>)

Био је и у организационом одбору интернационалне радионице "Exploring Quark-Gluon Plasma through soft and hard probes" (exploreQGP), одржаној у Београду од 29.5.2023. до 31. 5. 2023. (<https://indico.ipb.ac.rs/event/554/page/3-committees>)

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања (без урачунавања две публикације које још чекају да им се додели званична М категорија):

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормиран број М бодова
M21a	10	4	40	34.58
M21	8	8	64	59.05
M22	5	5	25	21.70
M31	3.5	1	3.5	3.5
M33	1	5	5	4.71
M36	1.5	1	1.5	1.5
M53	1	1	1	1
укупно:		25	140	126.04

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни саветник:

Критеријуми за звање научни саветник		неопходно	остварено
	укупно	70	140 (126.04 нормирано)
	M10+M20+M31+M32+ M33+M41+M42	50	137.5 (123.54 нормирано)
	M11+M12+M21+ M22+ M23+M24	35	129 (115.33 нормирано)

5. ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања др Игора Салома објављени су у еминентним међународним часописима, као и на више значајних међународних конференција. Кандидат је успоставио и успешно одржава значајан ниво међународне сардње, а поседује и искуство у вођењу пројеката, као и у педагошком раду. Увео је и успешно искористио нове методологије за коришћење функционалног програмирања у неколико подобласти математичке физике, као и први у нашој земљи започео изучавање квантних интеграбилних система. Ови резултати демонстрирају и да др Салом показује висок степен зрелости и самосталности у формулисању и решавању истраживачких проблема.

Имајући додатно у виду актуелност тема, значај добијених резултата и ширину обрађиваних проблема – од афине теорије гравитације, репрезентација ортосимплектичких супералгебри, квантних интеграбилних система па све до квантног проблема три тела и нумеричких симулација кварк-глуон плазме, као и испуњеност свих критеријума (прописаних Законом о научно-истраживачкој делатности и Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије), сматрамо да др Игор Салом испуњава све услове за избор у звање научни саветник.

Због тога предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Игора Салома у звање научни саветник.

У Београду, 27.03.2025.

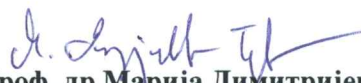
Чланови комисије:



др Бранислав Цветковић
научни саветник, Институт за физику



др Марко Војиновић
научни саветник, Институт за физику



Проф. др Марија Димитријевић Тирић
редовни професор, Физички факултет, Београд