

Назив института – факултета који подноси захтев:

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ БЕОГРАДУ

ИЗБОР У ЗВАЊЕ НАУЧНИ САРАДНИК

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: **Игор Салом**

Година рођења: **1977.**

ЈМБГ: **2305977710165**

Назив институције у којој је кандидат стално запослен:

Институт за физику у Београду

Дипломирао: **физику**, година: **2000**, факултет: **Физички Факултет
Универзитета у Београду**

Магистрирао: **физику**, година: **2006**, факултет: **Физички Факултет
Универзитета у Београду**

Докторирао: **физику**, година: **2011**, факултет: **Физички Факултет
Универзитета у Београду**

Постојеће научно звање: **научни сарадник**

Научно звање које се тражи: **виши научни сарадник**

Област науке у којој се тражи звање: **физика**

Грана науке у којој се тражи звање: **теоријска физика**

Научна дисциплина у којој се тражи звање: **физика честица и поља**

Назив научног матичног одбора којем се захтев упућује: **Матични одбор за
физику**

II Датум избора-реизбора у научно звање:

Научни сарадник: **9. 5. 2012.**

Научни сарадник реизбор: **29. 11. 2017.**

III Научно-истраживачки резултати (прилог 1 и 2 правилника):

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

| | број | вредност | укупно |
|-------|------|----------|--------|
| M11 = | | | |
| M12 = | | | |
| M13 = | | | |

M14 =
M15 =
M16 =
M17 =
M18 =

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

| | број | вредност | укупно |
|-------|----------|----------|-----------|
| M21 = | 6 | 8 | 48 |
| M22 = | 7 | 5 | 35 |
| M23 = | 1 | 3 | 3 |
| M24 = | 1 | 2 | 2 |
| M25 = | | | |
| M26 = | | | |
| M27 = | | | |
| M28 = | | | |

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

| | број | вредност | укупно |
|-------|-----------|------------|-------------|
| M31 = | 3 | 3.5 | 10.5 |
| M32 = | 1 | 1.5 | 1.5 |
| M33 = | 13 | 1 | 13 |
| M34 = | 3 | 0.5 | 1.5 |
| M35 = | | | |
| M36 = | 2 | 1.5 | 3 |

IV Квалитативна оцена научног доприноса (прилог 1 правилника):

1. Квалитет научних резултата

1.1. Научни ниво и значај резултата

Од избора у научно звање 2012. године, др Игор Салом је објавио 14 научних радова у рецензираним међународним часописима (шест у врхунским, седам у истакнутим међународним часописима и један у обичном међународном часопису), као и један рад у националном часопису међународног значаја. Укупан импакт фактор ових радова је 42.351. Осим тога, у том периоду др Салом је био један од аутора у чак 20 саопштења са међународних конференција, од чега су три била везана за његова излагања по позиву.

Као пет најзначајних радова Игора Салома, могу се издвојити (сви су из M21 категорије):

- I. V. Dmitrašinović, Igor Salom, "O(6) algebraic theory of three nonrelativistic quarks bound by spin-independent interactions", PHYSICAL REVIEW D 97, 094011 (2018), Pages 094011-1-094011-18, <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevD.97.094011>. (IF = 3.813)

- II. N. Cirilo António, N. Manojlović, I. Salom, "Algebraic Bethe ansatz for the XXX chain with triangular boundaries and Gaudin model", Nucl. Phys. B, 889 (2014) 87–108, doi:10.1016/j.nuclphysb.2014.10.014 (IF = 4.327)
- III. N. Cirilo António, N. Manojlović, E. Ragoucy, I. Salom, "Algebraic Bethe ansatz for the $sl(2)$ Gaudin model with boundary", Nucl. Phys. B, 893 (2015) 305-331, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nuclphysb.2015.02.011> (IF = 3.946)
- IV. Dusan Zigic, Igor Salom, Jussi Auvinen, Marko Djordjevic, Magdalena Djordjevic, DREENA-B framework: First predictions of RAA and v_2 within dynamical energy loss formalism in evolving QCD medium, Phys. Lett. B, vol. 791, pp. 236 - 241, doi: <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2019.02.020>, 2019. (IF = 4.807)
- V. Vladimir Stojanović, Igor Salom, Quantum dynamics of the small-polaron formation in a superconducting analog simulator, American Physical Society, Phys. Rev. B, vol. 99, doi: 10.1103/PhysRevB.99.134308, 2019. (IF = 3.813)

У првом раду је математички формализам симетријски адаптираних трочестичних хиперсферних хармоника примењен на проблем везаних стања три нерелативистичка кварка. Сам формализам примењених трочестичних хиперсферних хармоника (који укључује и експлицитне изразе за хармонике, методологију њиховог изналажења, изразе за матричне елементе као и дискусију математичких особина хармоника) развио је управо кандидат И. Салом. Осим тога, највећи део рачунских резултата приказаних у раду извео је И. Салом, користећи алгоритме симболичког програмирања које је такође сам развио. Отуд се он неоспорно може сматрати основним аутором (у самом раду аутори су набројани абecedним редом).

У другом од ових радова, кандидат је по први пут применио алгоритме, реализоване у програмима за симболичко рачунање, на алгебру Бете оператора у случају XXX спинског ланца. Овакав приступ, који је омогућио аутоматизовано рачунање комплексних алгебарских (комутационих) релација, довео је до драматичног проширења скупа израза који се могу ефективно израчунати, и тиме до значајног пробоја у решавању овог проблема. До највећег дела рачунских резултата приказаних у раду дашао је управо кандидат И. Салом, па се недвосмислено може сматрати водећим аутором на овом раду (у самом раду аутори су набројани абecedним редом).

Док је у претходном раду Гаудин модел анализиран тек као одговарајући лимес Бетеовог анзаца, у трећем од одабраних радова је формулисана и засебно третирана Гаудин алгебра која одговара XXX списном ланцу. Кандидат је развио симболичке алгоритме прилагођене овој алгебри и тиме дао кључан допринос решавању овог проблема. Као и код претходног рада, резултати приказани у раду израчунати су од стране кандидата, тако да није спорна да се он може сматрати основним аутором (у самом раду аутори су набројани абecedним редом).

Четврти од издвојених радова представља недавни резултат у проучавању кварк-глуон плазме (КГП) добијен у оквиру рада на ERC пројекту. У раду се проучавају енергетски губици високоенергетских честица при проласку кроз КГП (а временска еволуција медијума је апроксимована Бјоркеновим моделом). Кандидат И. Салом је

рачунарски реализовао формуле за енергетске губитке које је, доста раније, теоријски извела др М. Ђорђевић. При томе је било неопходно постићи висок ниво оптимизације, који је сем програмерског, захтевао и висок ниво познавања и разумевања физике самог модела. Како је незанемарљив допринос и осталих аутора, пре свега првопотписаног студента докторских студија Душана Жигића, није лако издвојити једног аутора као водећег, али је извесно да је допринос кандидата И. Саломе био кључан за добијање приказаних резултата.

У петом раду из овог скупа, објављеном ове године, нумерички је испитивано формирање малих поларона и проучавана је пре свега њихова еволуција у времену (у случају када је интеракција задата специфичном комбинацијом Peierls и breathing-mode чланова). Кандидат И. Салом је и овде био задужен за реализацију нумеричких прорачуна и добијање конкретних резултата, што је такође захтевало и детаљно разумевање квантно-механичких особина модела. Иако је тешко рећи да ли је значајнији теоријски део резултата, за које је у потпуности заслужан иницијатор целог рада В. Стојановић, или нумерички, који је у потпуности реализовао кандидат, несумњиво је да је допринос кандидата више него значајан.

Дакле, од наведених пет радова из врхунских међународних часописа, у најмање прва три случаја можемо без дилеме сматрати да је И. Салом био и основни аутор.

1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Кандидатове публикације су цитиране укупно 41 пут (35 хетероцитата и 6 коцитата, без аутоцитата – видети списак приложен у додатку Б Извештаја комисије), што је значајан број ако се узме у обзир да се кандидат до недавно бавио скоро искључиво математичком физиком, у којој је цитирање значајно ређе, блиско стандардима у математици. О релативно ниској учесталости цитирања у овој области физике сведоче и ниски импакт фактори водећих часописа из области, поготово кад је реч о истраживањима везаним за теорије група и репрезентација: највише рангирани часопис који уопште разматра радове из тематике репрезентација симетрија је *Communications in Mathematical Physics* са свега $IF = 2.239$. Према подацима Scopus-a, Хиршов индекс кандидата је 4, док према подацима са Google Scholar-a овај индекс има вредност 6.

1.3 Параметри и квалитет часописа

Од избора у претходно научно звање кандидат је објавио 6 радова из M21 категорије, 7 из M22 и по један рад из категорија M23 и M24. Укупан импакт фактор ових радова је 42.351

За подобласт математичке физике, врло блиске математици, импакт фактори часописа у којима је кандидат објављивао радове су врло добри: *Physics Letters A* – 1.683, *Reviews in Mathematical Physics* – 1.448, *Journal of Mathematical Physics* – 1.243 и *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 0.951.

У последње време кандидат је проширио своје научне активности и на области који нису уско везане за симетрије и теорију група, тако да у том периоду преовладавају

часописи са већим импакт факторима: Phys. Rev. D – IF2016 = 4.557, Phys. Lett. B – IF = 4.254, Nucl. Phys. B – IF = 3.946, Phys. Rev. B – IF = 3.813, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. - IF 2017 = 3.456.

Подаци о додатним библиометријским параметрима радова (од избора у научно звање) су дати у следећој табели:

| M21, M22, M23 | ИФ | М | СНИП |
|---------------------|--------|-------|-------|
| Укупно | 42.351 | 86 | 16.75 |
| Усредњено по чланку | 3.06 | 6.14 | 1.20 |
| Усредњо по аутору | 15.94 | 32.37 | 6.53 |

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

Од 35 кандидатових публикација од избора у претходно звање, три рада у међународним часописима и три саопштења са конференција представљају резултате нумеричких симулација у оквиру ERC пројекта, па је на њима, као што је уобичајено код те врсте истраживања, потписан већи број аутора (по пет, и у једном случају шест). У највећем проценту од осталих 29 публикација кандидат је сарађивао са само по једним коаутором; четири рада од преосталих су потписала три, а један рад четири аутора, док је кандидат самостално радио на пет излистаних радова. У већини подобласти у којима су објављени резултати обичај је да се аутори потписују абecedним редом, не постоји концепт првог аутора, па се редослед не може узимати као меродаван.

Као што је већ поменуто, у свом научном раду др Игор Салом је направио синтезу свог изузетног познавања математичке физике и области симболичког програмирања. Колико је ова комбинација успешна и широко примењива, сведочи не само широк спектар проблема на које ју је кандидат применио (др Салом је објављивао резултате из чак шест различитих тема), већ и траженост његове експертизе. Захваљујући управо томе, кандидат је успоставио успешну сарадњу са научним центрима у Бугарској (ИНРНЕ, Софија) и Португалу (Универзитет у Алгарвеу), а посебно треба издвојити да је био ангажован као консултант на пројекту "Quantization and Kahler Geometry" португалске Фондације за науку и технологију (FCT). Осим тога, управо захваљујући његовој искуству у симболичком програмирању као и дубоком познавању физике високих енергија, кандидат је ангажован на пројекту др Магдалене Ђорђевић финансираним из престижног ERC гранта.

2. Ангажованост у формирању научних кадрова

У склопу ERC пројекта на коме је ангажован кандидат активно усмерава рад два студента докторских студија: Душана Жигића и Стефана Стојку. Са првим од њих двојице већ има неколико заједничких радова и у плану је да буде коментор на изради његовог доктората.

Кандидат већ преко десет година држи комбиновани курс опште теорије релативитета и квантне теорије информације ученицима четвртог разреда Математичке гимназије. У почетку је тај курс био факултативног карактера, да би у последње три године прерастао у обавезну менторску наставу 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 руководио је и писањем већег броја матурских радова.

Такође, кандидат је ангажован на популаризацији науке и кроз немали број јавних популарних предавања, поготово на Коларцу (где је непосредно координирао организовање већ три циклуса предавања из савремене физике), али и на фестивалима науке, изложбама ЦЕРН-а, и у Истраживачкој станици Петница.

3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Од укупно 35 кандидатових публикација од избора у научно звање, 6 су из области нумеричких симулација и, као што је и предвиђено, њих је потписао већи број аутора: 5 имају пет, а једна шест аутора. Међу осталим публикацијама провладавају оне са по два аутора (19) и са једним аутором (5), док су четири публикације потписала три аутора а само једну четири.

Узимајући у обзир правила о нормирању броја коауторских радова, кандидат је остварио укупно **115.34 бодова** (117.5 без нормирања), од чега **85.84 бодова** (88 без нормирања) из категорија M20. Ове вредности **више него двоструко превазилазе минималне квантитативне захтеве** за избор у вишег научног сарадника, који прописују укупно 50 бодова, односно 30 из категорија M20.

4. Руководјење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

У оквиру пројекта ON171031 кандидат је био задужен за тему Симетрије. У том контексту увео је методолошки искорак примењујући методе симболичког програмирања у подобластима математичке физике у којима оне раније нису биле заступљене. Такође, са српске стране руководио је истраживањем интегралних система у оквиру пројекта „Квантна гравитација и квантни интегрални модели” 451-03-01765/2014-09/24 билатералне сарадње Србије и Португала.

5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидат је учествовао у организацији чак седам међународних скупова математичке физике из MPHYS серије (Mathematical Physics Meeting: Summer School

and Conference on Modern Mathematical Physics): “MPhys4” 2006. године, “MPhys5” 2008. године, “MPhys6” 2010. године, “MPhys7” 2012. године, а 2014. и 2017. године је био и формални носилац организације скупова MPHYS8, односно MPHYS9. Године 2015. и 2018. био је и уредник зборника радова са ових скупова.

6. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидата анализиран је у одељку 1. овог документа, кроз анализу значаја радова, видљивости часописа у којима су објављени, као и цитираности.

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

Кандидат самостално радио на пет публикација (односно 9 ако се узму у обзир и радови пре избора у научно звање). Што се осталих резултата тиче, са извесношћу се може рећи да они не би били постигнути без доприноса др Игора Салома – ако не искључиво због његовог познавања математичке физике и физике високих енергија, а онда сигурно због његове реализације компјутерских алгоритама који су били један од кључних елемената у свим истраживањима у којима је кандидат учествовао.

Осим помака које је направио кроз примене симболичког и нумеричког програмирања у конкретним физичким проблемима, већина тема којима се бавио по први пут су анализирани у нашој земљи управо захваљујући др Салому: од репрезентација ортосимплектичке суперсиметрије, преко генерализације Гелманове формуле, Гаудин алгебри, па до трочестичних хиперсферних хармоника (но значај доприноса кандидата на овим темама, као што је већ дискутовано, није ограничен само на нашу земљу).

О разгранатој међународној сарадњи кандидата најбоље сведочи чињеница да се међу његовим коауторима појављује чак пет страних истраживача (уз још два финска истраживача тренутно ангажована на Институту за физику у Београду). Посебну сарадњу има са Проф. Ненадом Манојловићем са Универзитета у Алгарвеу, Португал (која је била реализована преко билатералног пројекта Србије и Португала, као и кроз учешће кандидата као консултанта на пројекту португалске фондације FCT), и са Проф. Владимиром Добревим са ИНРНЕ института у Софији, Бугарска (сарадња успостављена током Marie Curie Research Training Network пројекта 2008. године, а интензивиранија недавно кроз COST STSM пројекат). У чак 10 публикација кандидат је имао коауторе из иностраних научних центара, а рад на тим публикацијама је у великом проценту реализован у иностранству.

8. Уводна предавања на конференцијама и друга предавања по позиву.

Кандидат је до сада одржао неколико предавања по позиву у иностранству. 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 [16,17]. 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 [18]. 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 [19].

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата са образложењем:

Резултати истраживања др Игора Салома објављени су у еминентним међународним часописима, као и на више значајних међународних и домаћих конференција. Ови резултати демонстрирају и да др Салом показује висок степен самосталности у формулисању и решавању истраживачких проблема.

Имајући у виду актуелност теме, значај добијених резултата и ширину обрађиваних проблема – од афине теорије гравитације, репрезентација ортосимплектичких суперагебри, спинских интегралних система па све до квантног проблема три тела и нумеричких симулација кварк-глуон плазме, сматрамо да др Игор Салом испуњава све услове за избор у звање виши научни сарадник.

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

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ



др Бранислав Цветковић
научни саветник, Институт за физику

**МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ
ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА**

За природно-математичке и медицинске струке

| | | | |
|--|---|------------------|-------------------------------------|
| Диференцијални услов- Од првог избора у претходно звање до избора у звање. | потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама: | | |
| | | Неопходно XX= | Остварено |
| Виши научни сарадник | укупно | 50 | 117.5 (115.34 нормирано) |
| | M10+M20+M31+M32+ M33+M41+M42 | 40 | 114.5 (112.34 нормирано) |
| | M11+M12+M21+ M22+ M23+M24 | 30 | 88 (85.84 нормирано) |