ИЗБОРНОМ ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У НОВОМ САДУ

Извештај комисије за избор др Соње Гомбар у звање научног сарадника

На седници Изборног већа Департмана за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду одржаној 23.05.2025. године именовани смо у комисију за избор др Соње Гомбар у звање научног сарадника.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у њен рад и публикације, Изборном већу Департмана за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду подносимо овај извештај.

1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Др Соња Гомбар рођена је 12.03.1993. године у Зрењанину, где је завршила најпре Основну школу „Др Јован Цвијић“, а потом и Зрењанинску гимназију. Године 2012. уписала је основне академске студије физике на Природно-математичком факултету у Новом Саду, студијски програм физика – модул истраживачки, које је завршила 2016. године, са просечном оценом 10.00. По завршетку основних студија уписала је студијски програм мастер академске студије физике на истом факултету. Мастер рад насловљен „Квантна замршеност и квантна кохерентност XY спинског ланца са Ђалошински-Морија интеракцијом и квантни фазни прелаз у моделу“ одбранила је 2017. године, када је званично и завршила мастер академске студије, са просечном оценом 10.00. Током основних и мастер студија била је добитница годишњих награда Универзитета у Новом Саду и Природно-математичког факултета за изузетан успех у току студија, стипендисткиња Министарства просвете, науке и технолошког развоја, Хуманитарног фонда „Љиља и Милка Мијатов“ и Фонда за младе таленте Републике Србије.

Докторске академске студије (студијски програм докторске студије – физика) уписала је одмах након завршетка мастер студија, 2017. године, на Природно математичком факултету у Новом Саду. Током мастер и докторских академских студија учествовала је на три Интернационалне конференције студената физике ICPS, које су биле организоване у периоду 2017-2019. године у Торину, Хелсинкију и Келну. Осим тога, имала је усмено излагање на Симпозијуму физике кондензоване материје 2019. године у Београду. Одржала је предавање и на Excitation Energy Transport in Physical, Chemical and Biological Systems радионици организованој у Новом Саду 2019. године. Била је стипендисткиња Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије од маја 2018. године, најпре у склопу пројекта евиденционог броја ОИ 171009 (2018-2019. године), а стипендирање је продужено и по завршетку пројектног циклуса до почетка 2022. године. Јуна 2020. године стиче звање истраживач приправник на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду, а фебруара 2022. године звање истраживач сарадник. Положила је све испите на докторским студијама са просечном оценом 10.00, а докторску дисертацију „Дуални приступи у теоријској физици кондензованог стања“, под менторством др Петра Малог одбранила је 03.03.2022. године. Од 01.02.2022. године запослена је на Департману за физику Природно-математичког факултета у Новом Саду најпре као истраживач приправник, а од 01.03.2022. године као истраживач сарадник.

Године 2023. учествовала је на Симпозијуму физике кондензоване материје СФКМ у Београду, где је као коаутор представила два постера. Такође, била је полазница школе Young Researchers School on Topological Aspects of Low-Dimensional Quantum Physics у Даблину 2024. године. Као запослена на Департману за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду држала је студентима физике вежбе из Квантне механике, Квантне статистичке физике и Небеске механике. Била је чланица радне групе за акредитацију нових студијских програма током 2023. године, као и један од рецензената рукописа „Транспорт загађујућих материја у атмосфери" аутора др Зорице Подрашчанин, др Ане Ћиришан и др Ане Фирањ Сремац. Од 2023. године је чланица радне групе Low-dimensional systems у склопу интернационалне COST акције CA22113 и део World Quantum Day (WQD) мреже као представник Републике Србије. Ангажована је као стручни сарадник током Програма боравка талентованих ученика основних и средњих школа у просторијама Цептора (Андревље) маја 2024. године, а од септембра 2024. године ангажована је као спољни сарадник Гимназије „Јован Јовановић Змај" у Новом Саду.

У досадашњем научноистраживачком раду објавила је седам научних радова у међународним часописима са SCI листе, од чега су два рада M21 категорије, два рада M22 категорије и три рада M23 категорије. Поред тога, објавила је три саопштења са међународних научних скупова M34 категорије. Број њених цитата до овог тренутка износи 8 (од тога 5 хетероцитата), док јој је Хиршов индекс 2 (извор Scopus).

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Као истраживач приправник и истраживач сарадник др Соња Гомбар је свој научноистраживачки рад реализовала у склопу области: **Природно-математичке науке**, грана науке: **Физика**, научна дисциплина: **Квантна и математичка физика**. Њен методолошки приступ базиран је на теорији и нумеричким симулацијама. У склопу теоријског приступа највише је користила методе као што су квантна ренормализациона група, бозонизација, Фуријеова трансформација, ефективна теорија поља, теорија пертурбација и употреба квантно-механичких модела за рачунање бесконачних сума, док је у нумеричким симулацијама коришћен Рунге-Кута метод четвртог реда.

Др Соња Гомбар је у току досадашње научне продукције, поред одбрањене докторске дисертације, објавила 7 научних радова у часописима са SCI листе, од чега су 2 рада M21 категорије, 2 рада M22 категорије и 3 рада M23 категорије. На 4 рада наведена је као први аутор. Поред тога, објавила је 3 саопштења са међународних научних скупова M34 категорије, од чега два као први аутор.

Током докторских студија и приликом писања докторске дисертације „Дуални приступи у теоријској физици кондензованог стања" кандидаткиња је свој научноистраживачки допринос остваривала у склопу три различите истраживачке теме у теоријској физици кондензованог стања посредством дуалних приступа. Наиме, сам докторат концизно представља благодети дуалности у теоријским прорачунима, што у неким случајевима не само да олакшава посао већ га уопште и чини могућим. Конкретно, **први правац истраживања** односио се на теоријско испитивање екситонске дисперзије у ароматичним угљоводоницима употребом бозонизованих Хајзенбергових хамилтонијана уз дискутовање пертурбативних корекција. Циљ је био утврђивање значаја Френкелових екситона у ароматичним угљоводоницима, имајући у виду опречне ставове по питању тога да ли су Френкелови екситони кључни у овим једињењима или је потребно у обзир узети друге ексцитације. Могућност теоријског описа базираног на Френкеловим екситонима детаљно је испитана у случају пентацена, тетрацена, пицена и хризена, за које су били доступни потребни експериментални резултати. Утврђено је да су Френкелови екситони најбитнији вид екситонских побуђења у овим органским молекулима. Такође, установљено је да је утицај екситон-екситон интеракције на екситонску дисперзију незнатан на температурама разматраних експерименталних мерења. Поред поглавља докторске дисертације, у склопу овог истраживачког правца објављена су два научна рада у међународним часописима са SCI листе:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Dynamics of Frenkel excitons in pentacene*, Materials **11**, 2219, pp. 1-13 (2018); DOI: 10.3390/ma11112219 (**IF=2.972, SNIP=1.52**), **категорија М22, Укупно 13 страница, 5 аутора, број хетероцитата: 1,**
2. Milica Rutonjski, Petar Mali, Slobodan Radošević, **Sonja Gombar**, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Exciton dynamics in different aromatic hydrocarbon systems*, Chinese Physics B **29**, 107103, pp. 1-6 (2020); DOI: 10.1088/1674-1056/aba2de (**IF= 1.494, SNIP=0.61**), **категорија М23, Укупно 6 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0**

и два саопштења са међународних научних скупова штампана у изводу:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Analysis of the Frenkel excitons dynamics in pentacene,* The 20th Symposium on Condensed Matter Physics - SFKM, Belgrade, Serbia, 7-11 October 2019, The 20th Symposium on Condensed Matter Physics Book of Abstracts, p. 25, 2019, http://sfkm2019.ipb.ac.rs/wp-content/uploads/2019/10/prog-sajt.pdf, **категорија М34,**
2. Jeremija Kovačević, **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, Milica Rutonjski, *Spin-wave Dispersion of a Layer Film With a Honeycomb Lattice,* The 21st Symposium on Condensed Matter Physics - SFKM, Belgrade, Serbia, 26-30 June 2023, The 21st Symposium on Condensed Matter Physics Book of Abstracts, p. 85, 2023, https://www.sfkm2023.ipb.ac.rs/wp-content/uploads/2023/06/abstractbook.pdf, **kategorija M34.**

Конкретан допринос кандидаткиње у овој фази истраживања огледао се у анализи и одабиру фитова, примени методолошких приступа, проверавању рачуна, учешћу у писању радова и дискусији резултата.

Други правац истраживања укључивао је коришћење квантне ренормализационе групе за рачунање мера квантне информатике на бази Хајзенбергових хамилтонијана. Поређене су различите квантно-информатичке величине у истим системима, при чему је утврђено да у системима *XY* спинских ланаца са Ђалошински-Морија интеракцијом и два типа анизотропије долази до испољавања обрнутог понашања конкурентности и релативне ентропије кохерентности (максималне вредности једне величине одговарају минималним вредностима друге и обрнуто). Овај резултат значајан је за балансирање споменутих величина у реалним проблемима. Осим тога, испитани су квантни фазни прелази и уочен је додатни прелаз у случају асиметричне анизотропије, при чему је примећен утицај Ђалошински-Морија интеракције на појаву овог прелаза (за разлику од симетричног случаја). Поред поглавља докторске дисертације, у склопу овог истраживачког правца објављен је један научни рад у међународном часопису са SCI листе:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Correlation between Quantum Entanglement and Quantum Coherence in the Case of XY Spin Chains with the Dzyaloshinskii–Moriya Interaction*, Journal of Experimental and Theoretical Physics **131**, pp. 209-219 (2020); DOI: 10.1134/S1063776120060114, (**IF=1.290, SNIP=0.95**), **категорија М23, Укупно 11 страница, 5 аутора, број хетероцитата: 2**

и једно саопштење са међународног научног скупа штампано у изводу:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Quantum Entanglement and Quantum Coherence Correlations in XY Spin Chains,* The 21st Symposium on Condensed Matter Physics - SFKM, Belgrade, Serbia, 26-30 June 2023, The 21st Symposium on Condensed Matter Physics Book of Abstracts, p. 81, 2023, https://www.sfkm2023.ipb.ac.rs/wp-content/uploads/2023/06/abstractbook.pdf, **категорија M34.**

Конкретан допринос кандидаткиње у овој фази истраживања огледао се у анализи и одабиру модела, примени методолошких приступа, вршењу неопходних аналитичких рачуна, проверавању рачуна, претрази литературе, учешћу у писању рада и дискусији резултата.

Трећи правац истраживања био је посвећен разматрању реалних физичких система, попут таласа густине набоја, система Џозефсонових спојева и колоидних система, на основу нумеричких симулација Френкел-Конторова модела. Испитивани су генерализовани Френкел-Конторова модели, као и утицај нехармоничности на већ познате резултате које је дао стандардни Френкел-Конторова модел. Утврђено је да постоји извесна коресподенција између модела са различитим облицима конвексне међучестичне интеракције и да се поједине величине, попут ширине Шапирових степеника и критичне силе, разликују. Уочено је да се огледалска слика амплитудних зависности критичне силе и највећег Љапуновљевог експонента нарушава приликом одабира међучестичног потенцијала облика полинома четвртог степена и да тада може доћи до динамичког закључавања у оба смера кретања честица. Овај правац истраживања настављен је и по завршетку докторских студија, те је утврђена важност Љапуновљевог експонента за детектовање малих промена у релативним положајима честица у стационарном режиму. Ови резултати значајни су за примену приликом симулирања понашања описаних реалних проблема. Поред поглавља докторске дисертације, у склопу овог истраживачког правца објављена су два научна рада у међународним часописима са SCI листе:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Slobodan Radošević, Jasmina Tekić, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Influence of anharmonic convex interparticle potential and Shapiro steps in the opposite direction of driving force*, Physica Scripta **96**, 035211, pp. 1-13 (2021); DOI: 10.1088/1402-4896/abd5ec (**IF=3.081, SNIP=1.01**), **категорија M22, Укупно 13 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 2,**
2. Petar Mali, Slobodan Radošević, **Sonja Gombar**, Jasmina Tekić, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Largest Lyapunov exponent as a tool for detecting relative changes in the particle positions*, Physical Review E **107**, 064213, pp. 1-9 (2023); DOI: 10.1103/PhysRevE.107.064213 (**IF=2.707, SNIP=0.97**), **категорија M21, Укупно 9 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0.**

Конкретан допринос кандидаткиње у овој фази истраживања огледао се у анализи и одабиру модела и интеракција, примени методолошких приступа, вршењу нумеричких симулација и калкулација, прилагођавању кода, претрази литературе, учешћу у писању радова и дискусији резултата.

Након одбране докторске дисертације др Соња Гомбар се упушта у **четврти правац истраживања**. Наиме, реч је о употреби једноставних једнодимензионих квантно-механичких проблема за аналитичко сумирање редова базираних на специјалним функцијама. У склопу овог правца истраживања као коаутор објавила је два рада у интернационалним часописима:

1. Petar Mali, **Sonja Gombar**, Slobodan Radošević, Milica Rutonjski, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Summation formulas generated by Hilbert space eigenproblem*, Journal of Mathematical Physics **65**, 032104, pp. 1-12 (2024); DOI: 10.1063/5.0191510

(IF=1.3, SNIP=0.92), категорија M23, Укупно 12 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0,

2. **Sonja Gombar**, Milica Rutonjski, Petar Mali, Slobodan Radošević, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Infinite series involving special functions obtained using simple one-dimensional quantum mechanical problems*, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical **58**, 115205, pp. 1-17 (2025); DOI: 10.1088/1751-8121/adbd9b (**IF=2.0, SNIP=0.85**), **категорија M21, Укупно 17 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0,**

при чему је на једном, који уједно представља и њен најзначајнији допринос у оквиру научне дисциплине Квантна и математичка физика, наведена као први аутор. У питању је рад објављен у часопису Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, категорије M21, где је кандидаткиња активно учествовала у анализи и одабиру таласних функција, примени методолошких приступа, рачунању неопходних интеграла и лимеса, као и проверавању калкулација, претрази литературе, писању рада и дискусији резултата.

Кандидаткиња је до покретања избора у тражено звање остварила укупни индекс компетенције (M бодова) од 42.5 (нормирано 32.29).

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Соња Гомбар је у току досадашње научне продукције, поред одбрањене докторске дисертације (M70 категорија), објавила 7 научних радова у часописима са SCI листе, од чега су 2 рада M21 категорије, 2 рада M22 категорије и 3 рада M23 категорије. На 4 рада наведена је нао први аутор. Поред тога, објавила је 3 саопштења са међународних научних скупова M34 категорије, од чега два као први аутор. Научни рад др Соње Гомбар је резултирао укупним индексом компетенције (M бодова) од 42.5 (нормирано 32.29), а њена цитираност на дан 31.05.2025. године према Scopus бази износи 5 хетероцитата, са Хиршовим индексом 2. У наставку текста, дат је преглед броја радова и категоризација радова кандидаткиње, а потом су наведени и сви објављени радови.

Преглед броја и M категоризације радова објављених у досадашњој научној каријери

Радови у врхунском међународном часопису – M21	2
Радови у истакнутом међународном часопису – M22	2
Радови у међународном часопису – M23	3
Саопштење са међународног скупа штампано у изводу – M34	3
Одбрањена докторска дисертација – M70	1

M21 Рад у врхунском међународном часопису:

1. Petar Mali, Slobodan Radošević, **Sonja Gombar**, Jasmina Tekić, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Largest Lyapunov exponent as a tool for detecting relative changes in the particle positions*, Physical Review E **107**, 064213, pp. 1-9 (2023); DOI: 10.1103/PhysRevE.107.064213 (**IF=2.707, SNIP=0.97**), **категорија M21, Укупно 9 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0**

2. **Sonja Gombar**, Milica Rutonjski, Petar Mali, Slobodan Radošević, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Infinite series involving special functions obtained using simple one-dimensional quantum mechanical problems*, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical **58**, 115205, pp. 1-17 (2025); DOI: 10.1088/1751-8121/adbd9b (**IF=2.0, SNIP=0.85**), **категорија M21, Укупно 17 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0**

M22 Рад у истакнутом међународном часопису:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Dynamics of Frenkel excitons in pentacene*, Materials **11**, 2219, pp. 1-13 (2018); DOI: 10.3390/ma11112219 (**IF=2.972, SNIP=1.52**), **категорија M22, Укупно 13 страница, 5 аутора, број хетероцитата: 1**
2. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Slobodan Radošević, Jasmina Tekić, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Influence of anharmonic convex interparticle potential and Shapiro steps in the opposite direction of driving force*, Physica Scripta **96**, 035211, pp. 1-13 (2021); DOI: 10.1088/1402-4896/abd5ec (**IF=3.081, SNIP=1.01**), **категорија M22, Укупно 13 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 2**

M23 Рад у међународном часопису:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Correlation between Quantum Entanglement and Quantum Coherence in the Case of XY Spin Chains with the Dzyaloshinskii–Moriya Interaction*, Journal of Experimental and Theoretical Physics **131**, pp. 209-219 (2020); DOI: 10.1134/S1063776120060114 (**IF=1.290, SNIP=0.95**), **категорија M23, Укупно 11 страница, 5 аутора, број хетероцитата: 2**
2. Milica Rutonjski, Petar Mali, Slobodan Radošević, **Sonja Gombar**, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Exciton dynamics in different aromatic hydrocarbon systems*, Chinese Physics B **29**, 107103, pp. 1-6 (2020); DOI: 10.1088/1674-1056/aba2de (**IF= 1.494, SNIP=0.61**), **категорија M23, Укупно 6 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0**
3. Petar Mali, **Sonja Gombar**, Slobodan Radošević, Milica Rutonjski, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Summation formulas generated by Hilbert space eigenproblem*, Journal of Mathematical Physics **65**, 032104, pp. 1-12 (2024); DOI: 10.1063/5.0191510 (**IF=1.3, SNIP=0.92**), **категорија M23, Укупно 12 страница, 6 аутора, број хетероцитата: 0**

M34 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу:

1. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Analysis of the Frenkel excitons dynamics in pentacene,* The 20th Symposium on Condensed Matter Physics - SFKM, Belgrade, Serbia, 7-11 October 2019, The 20th Symposium on Condensed Matter Physics Book of Abstracts, p. 25, 2019, http://sfkm2019.ipb.ac.rs/wp-content/uploads/2019/10/prog-sajt.pdf
2. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Quantum Entanglement and Quantum Coherence Correlations in XY Spin*

Chains, The 21st Symposium on Condensed Matter Physics - SFKM, Belgrade, Serbia, 26-30 June 2023, The 21st Symposium on Condensed Matter Physics Book of Abstracts, p. 81, 2023, https://www.sfkm2023.ipb.ac.rs/wp-content/uploads/2023/06/abstractbook.pdf

3. Jeremija Kovačević, **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, Milica Rutonjski, *Spin-wave Dispersion of a Layer Film With a Honeycomb Lattice,* The 21st Symposium on Condensed Matter Physics - SFKM, Belgrade, Serbia, 26-30 June 2023, The 21st Symposium on Condensed Matter Physics Book of Abstracts, p. 85, 2023, https://www.sfkm2023.ipb.ac.rs/wp-content/uploads/2023/06/abstractbook.pdf

M70 Одбрањена докторска дисертација:

1. **Соња Гомбар**, *Дуални приступи у теоријској физици кондензованог стања,* одбрањена 2022. године, ментор: Петар Мали, студијски програм: докторске студије – физика, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, **Укупно 107 страница**

За **најзначајније радове** Соње Гомбар сматрамо следећа два рада објављена у међународним часописима са SCI листе:

1. **Sonja Gombar**, Milica Rutonjski, Petar Mali, Slobodan Radošević, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, *Infinite series involving special functions obtained using simple one-dimensional quantum mechanical problems*, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical **58**, 115205, pp. 1-17 (2025); DOI: 10.1088/1751-8121/adbd9b (**IF=2.0, SNIP=0.85**), **категорија M21**

У овом раду фундаментални принципи квантне механике примењени су на једноставне једнодимензионе моделе како би се аналитички израчунале одређене бесконачне суме. Конкретно, коришћени су модели полухармонијског (*eng. half harmonic*) линеарног осцилатора и честице заробљене у бесконачно дубокој потенцијалној јами. Добијене бесконачне суме су садржавале специјалне функције, попут генералисаних хипергеометријсих функција, асоцираних Лагерових полинома, Беселових и Струвеових функција прве врсте. Показано је како се погодним одабиром таласне функције и рачунањем одговарајућих коефицијената суперпозиције у развоју по својственим базисима (уз наметнут услов нормирања) могу једноставно аналитички израчунати до тада неизрачунате суме. Такође, демонстрирано је како се процедура може уопштити применом на неке класе функција које не представљају регуларне таласне функције. Конвергенција рачунатих сума обезбеђена је својствима одговарајућег Хилбертовог простора, али је и различитим тестовима конвергенције додатно проверена, тиме заокружујући целину у домену квантне и математичке физике. Методологија коришћена у раду може се применити на шири спектар проблема и функција, те на тај начин има потенцијал да омогући аналитичко рачунање сума које се појављују у практичним проблемима.

Кандидаткиња је као први аутор анализирала и одабрала таласне функције, применила методолошки приступ, извршила неопходне аналитичке рачуне, проверила конвергенцију добијених сума различитим тестовима, уредила табеле и графике, претражила литературу, учествовала у писању текста и дискусији добијених резултата.

2. **Sonja Gombar**, Petar Mali, Milan Pantić, Milica Pavkov-Hrvojević, Slobodan Radošević, *Correlation between Quantum Entanglement and Quantum Coherence in the Case of XY Spin Chains with the Dzyaloshinskii–Moriya Interaction*, Journal of Experimental and Theoretical Physics **131**, pp. 209-219 (2020); DOI: 10.1134/S1063776120060114 (**IF=1.290, SNIP=0.95**), **категорија М23**

Овај рад бави се истраживањем везе између два важна ентитета у квантној информатици – квантне замршености и квантне кохерентности. Специјално, утврђена је корелација између конкурентности као мере парне замршености и релативне ентропије кохерентности као мере квантне кохерентности у системима спинских ланаца са Ђалошински-Морија интеракцијом и два типа анизотропије. Наиме, испоставља се да ове две величине испољавају огледалско понашање, при чему максималне вредности једне величине одговарају минималним вредностима друге. С обзиром на то да су обе величине од изузетне важности за квантну информатику, овај резултат отвара прозор за даље испитивање модела од интереса у овој области, посебно имајући у виду чињеницу да се различити начини спрезања суседних спинова могу експериментално контролисати у системима кубита. Осим тога, коришћењем метода квантне ренормализационе групе испитани су квантни фазни прелази модела, при чему је уочено да бирање асиметричног типа анизотропије омогућава уочавање и испитивање квантног фазног прелаза који није примећен у случају симетричног типа анизотропије, а увелико зависи од Ђалошински-Морија интеракције.

Кандидаткиња је као први аутор применила методолошки приступ, одредила својствена стања и енергије, одговарајуће матрице густина и величине квантне информатике од интереса, извршила неопходне аналитичке рачуне користећи метод квантне ренормализационе групе, уредила графике, претражила литературу, учествовала у писању текста и дискусији добијених резултата.

3.1.2. Цитираност научних радова кандидата

Укупан број бодова које је кандидаткиња остварила у категорији М20 износи 35.

Хиршов индекс (h-index) кандидаткиње износи 2. Укупан збир импакт фактора часописа у којима су објављени радови износи 14.844.

Укупан број цитата према Scopus бази (на дан 31.05.2025. године) износи 8 (5 хетероцитата), а њен индекс компетенције (М бодова) је 42.5 (нормирано 32.29).

3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

Укупан број бодова које је кандидаткиња остварила у категорији М20 износи 35.

Хиршов индекс (h-index) кандидаткиње износи 2. Укупан збир импакт фактора часописа у којима су објављени радови износи 14.844.

Укупан број цитата према Scopus бази (на дан 31.05.2025. године) износи 8 (5 хетероцитата).

Цитираност појединачних радова је већ приказана у ставци 3.1.1.

Најугледнији часописи у којима је кандидаткиња објавила радове су:

1. Physical Review E (IF=2.707),
2. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical (IF=2.0),
3. Materials (IF=2.972),
4. Physica Scripta (IF=3.081),
5. Journal of Experimental and Theoretical Physics (IF=1.290),

6. Chinese Physics B (IF=1.494),
7. Journal of Mathematical Physics (IF=1.3).

Додатни библиометријски показатељи квалитета часописа у којима је кандидаткиња објављивала радове (категорије М20)

	ИФ	М	СНИП
Укупно	14.844	35	6.83
Усредњено по чланку	2.121	5	0.976
Усредњено по аутору	2.616	6.1	1.221

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

Степен самосталности кандидаткиње огледа се у позицији ауторства и коауторства. Као први аутор налази се на четири од седам радова, категорија М21, М22 и М23, у оквиру којих је применила методолошке приступе, извршила неопходне аналитичке рачуне и нумеричке симулације, адаптирала кодове, уредила графике и табеле, претражила литературу, учествовала у писању текста и дискусији добијених резултата. Као четврти аутор на раду М23 катеогије учествовала је у одабиру фитова, провери и дискусији резултата и текста. Као трећи аутор на раду М21 категорије учествовала је у примени методолошког приступа, извршавању неопходних нумеричких симулација и адаптације кода, уређивању графика, претраживању литературе, писању текста и дискусији добијених резултата. Као други аутор на раду М23 категорије учествовала је у примени методолошког приступа, аналитичком рачунању неопходних интеграла и сума, уређивању графика и табела, писању текста и дискусији добијених резултата.

Кандидаткиња је током своје научноистраживачке каријере учествовала на међународним конференцијама и усавршавањима. На две конференције (СФКМ у Београду, 2019. и 2023. године) има три саопштења штампана у изводу (М34 категорија), при чему је на два наведена као први аутор, те је директно учествовала у припреми усменог излагања и постера, писању апстраката и презентовању резултата рада широј научној публици. Сем тога, учествовала је на три конференције намењене студентима физике (ICPS у Торину 2017. године, у Хелсинкију 2018. године и у Келну 2019. године), на којима је усмено излагала резултате свог рада, а похађала је и школу за младе истраживаче (у Даблину, 2024. године), где је представила своје резултате у виду постера.

Све публикације објављене током докторских студија су резултат рада у оквиру националног пројекта „Утицај елементарних ексцитација и конформација на физичка својства нових материјала базираних на јако корелисаним нискодимензионим системима“ (ОИ 171009), у коме је кандидаткиња учествовала као стипендисткиња Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (2018-2019. године), а потом се њено научно истраживање наставило и у улози истраживача приправника и истраживача сарадника. Од октобра 2023. године је чланица радне групе Low-dimensional systems у склопу интернационалне COST акције.

3.1.5. Награде

Кандидаткиња није освајала награде у току досадашње научноистраживачке каријере.

3.1.6. Елементи примењивости научних резултата

Научни резултати кандидаткиње др Соње Гомбар примењиви су у широком спектру области услед њихове разноврсности. Резултати проистекли из првог правца кандидаткињиног истраживања (видети поглавље 2 ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ) потврђују значај Френкелових екситона у ароматичним угљоводоницима, а методологија имплементираног пертурбативног рачуна лако је примењива на структуре које нису разматране у раду. Други правац истраживања донео је резултате везане за однос две веома важне величине квантне информатике, што отвара простор за даља истраживања у другим системима, али је свакако значајнија практична компонента примене јер се различити начини спрезања суседних спинова могу експериментално контролисати у системима кубита. Резултати проистекли из трећег правца истраживања кандидаткиње посебно су значајни за реалне физичке системе, таласе густине набоја, колоидне системе и системе Џозефсонових спојева, с обзиром на то да је од великог значаја резултате једноставног система интерагујућих честица у супстратном потенцијалу применити на релевантне комплексније проблеме. Испоставља се да се нехармонијске интеракције коришћене у раду могу искористити за репродуковање резултата већ постојећих експеримената. Осим тога, у склопу овог правца је утврђено да је Љапуновљев експонент осетљив чак и на мале промене релативних положаја честица у стационарном режиму Френкел-Конторова модела, што може бити корисно за његову примену на слична испитивања. Четврти правац истраживања оформио је готов алат за рачунање бесконачних сума употребом различитих модела квантне механике, те може бити од посебног значаја за сумирање компликованих редова који се појављују у пракси, узимајући у обзир једноставност и компактност његове адаптације.

3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

У оквиру свог ангажовања на Природно-математичком факултету, др Соња Гомбар учествовала је у извођењу вежби на предметима основних академских студија физике: Квантна механика, Небеска механика и Квантна статистичка физика. Просечна оцена студената за период од 2023. до 2025. године износи 9,79/10,00 (анкетирана 24 студента).

Кандидаткиња је била један од рецензената рукописа „Транспорт загађујућих материја у атмосфери“ аутора др Зорице Подрашчанин, др Ане Ћиришан и др Ане Фирањ Сремац. У питању је уџбеник намењен студентима основних академских студија физике на истоименом предмету.

Током маја 2024. године била је ангажована као стручни сарадник током Програма боравка талентованих ученика основних и средњих школа у просторијама Цептора (Андревље), а од септембра 2024. године ангажована је као спољни сарадник Гимназије „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду.

3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Др Соња Гомбар објавила је 7 публикација категорије М20, од чега је на 4 наведена као водећи аутор, а ни на једној број коаутора не прелази 7. Категорије радова су следеће: 2 рада су М21 категорије, 2 рада М22 категорије и 3 рада су М23 категорије. Такође, објавила је 3 саопштења са међународних научних скупова М34 категорије, од чега два као први аутор. Сви радови су нормирани према важећем Правилнику. Научни рад др Соње Гомбар је резултирао укупним индексом компетенције од 42.5 (нормирано 32.29), а њена цитираност на дан 31.05.2025. године према Scopus бази износи 5 хетероцитата, са Хиршовим индексом 2.

Категорија	М бодови по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број бодова
M21	8	2	16	11.667
M22	5	2	10	7.738
M23	3	3	9	5.893
M34	0,5	3	1.5	0.99
M70	6	1	6	6
		Укупно:	**42.5**	**32.29**

Нормирање резултата ни на који начин не утиче на избор кандидаткиње за избор у звање научни сарадник.

3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је као стипендисткиња Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије учествовала на националном пројекту „Утицај елементарних ексцитација и конформација на физичка својства нових материјала базираних на јако корелисаним нискодимензионим системима" (ОИ 171009). С обзиром на то да је на почетку научне каријере, још није добила прилику да руководи пројектима, потпројектима и пројектним задацима.

3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидаткиња је од октобра 2023. године чланица радне групе Low-dimensional systems у склопу интернационалне COST акције CA22113, захваљујући чему је била на усавршавању Young Researchers School on Topological Aspects of Low-Dimensional Quantum Physics у Даблину у априлу 2024. године. На овом скупу представила је и постер посвећен открићима која су проистекла из другог правца истраживања (видети поглавље 2 ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ).

Такође, новембра 2023. године постаје део World Quantum Day (WQD) мреже као представник Републике Србије. Промоцију Дана квантне физике, као чланица ове мреже и запослена на Департману за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, обавила је дана 11.04.2024. године у просторијама Културног центра Свилара у Новом Саду, где је општој популацији презентовала тему „Чудесан свет квантног рачунарства".

Учествовала је у промотивним активностима Департмана за физику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, те је била ангажована као стручни сарадник током Програма боравка талентованих ученика основних и средњих школа у просторијама Цептора (Андревље) током маја 2024. године.

3.6. Утицај научних резултата

Кандидаткиња је истраживања остваривала у четири различита правца, те ова разноврсност омогућава ширу примену резултата и употребљених метода. Резултати остварени у склопу њених истраживања доприносе бољем разумевању екситонске динамике у ароматичним угљоводоницима, проширењу теме о вези између различитих величина релевантних за системе кубита, пружању нових могућности у погледу моделирања таласа густине набоја, система Џозефсонових спојева и колоидних система Френкел-Конторова моделом, као и проширењу значаја Љапуновљевог експонента за детекцију малих промена у релативним положајима честица. Свакако је за област од интереса, Квантну и математичку физику, релевантан последњи правац истраживања (видети поглавље 2 ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ), у ком је кандидаткиња активна од прошле године, те је још увек у својој почетној фази. У физици се често наилази на изразе који садрже специјалне функције, а научни радови показују да је рачунање сума које садрже ове функције и део практичног проблема, те би примена уопштене верзије метода развијеног у два рада посвећена овом правцу истраживања била од изузетне важности.

Научни радови др Соње Гомбар су на дан 31.05.2025. године према Scopus бази цитирани укупно 8 пута (5 хетероцитата), са Хиршовим индексом 2.

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

Конкретан допринос кандидаткиње се пре свега односи на радове објављене са коауторима у Републици Србији.

3.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

У току досадашњег научноистраживачког рада кандидаткиња је била учесник две међународне конференције чији су резултати штампани у изводу, али није имала уводна предавања.

Др Соња Гомбар учествовала је и на Интернационалним конференцијама студената физике ICPS, које су одржане у Торину (2017. године), Хелсинкију (2018. године) и Келну (2019. године), на којима је усмено представила резултате свог истраживања. Одржала је предавање и на Excitation Energy Transport in Physical, Chemical and Biological Systems радионици организованој у Новом Саду 2019. године. Такође, била је полазница школе Young Researchers School on Topological Aspects of Low-Dimensional Quantum Physics у Даблину априла 2024. године у склопу COST акције.

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	2	16	11.667
М22	5	2	10	7.738
М23	3	3	9	5.893
М34	0,5	3	1.5	0.99
М70	6	1	6	6

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научног сарадника:

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	**Остварено, нормирани број М бодова**
Укупно	16	42.5	**32.29**
М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42+М90	10	35	**25.298**
М11+М12+М21+М22+М23	6	35	**25.298**

5. ЗАКЉУЧАК

На основу достављене пријаве, библиографије, анализе научног рада и доприноса науци током претходних година, Комисија констатује да др Соња Гомбар испуњава све квалитативне и квантитативне услове за избор у звање научног сарадника за област: **Природно-математичке науке**, грана науке: **Физика**, научна дисциплина: **Квантна и математичка физика** прописане важећим Правилником.

Др Соња Гомбар поседује одговарајући научни степен (доктор наука), показује посвећеност, свестраност и знање у научноистраживачком раду, способност како за самостални тако и за тимски рад. У оквиру научне продукције, др Соња Гомбар је као коаутор објавила 7 радова у реномираним међународним часописима и 3 саопштења са међународних скупова штампана у изводу. Хиршов индекс кандидаткиње износи 2, укупан број цитата 8 (5 хетероцитата), а број М бодова износи 42.5, односно 32.29 након нормирања. У категорији М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42+М90 има 35 бодова, односно 25.298 након нормирања, као што и у категорији М11+М12+М21+М22+М23 има остварених 35 бодова, односно 25.298 након нормирања. Поред тога, учествовала је на међународним конференцијама, радионици и усавршавању.

Узимајући у обзир све наведене чињенице, Комисија предлаже да се кандидаткиња

др Соња Гомбар

изабере у звање **НАУЧНИ САРАДНИК** за научну област: **Природно-математичке науке**, грана науке: **Физика**, научна дисциплина: **Квантна и математичка физика.**

У Новом Саду, 11.06.2025.

Чланови комисије:

Проф. др Милица Павков-Хрвојевић, редовни професор
Природно-математички факултет
Универзитет у Новом Саду,
председник комисије

Проф. др Слободан Радошевић, редовни професор
Природно-математички факултет
Универзитет у Новом Саду, **члан**

Петар Мали

Проф. др Петар Мали, ванредни професор
Природно-математички факултет
Универзитет у Новом Саду, **члан**

Милица Рутоњски

Доц. др Милица Рутоњски, доцент
Природно-математичког факултет
Универзитет у Новом Саду, **члан**

Проф. др Божидар Николић, ванредни професор
Физички факултет
Универзитет у Београду, **члан**