

# Научном већу Института за физику у Београду

## Извештај комисије за избор др Душана Вудраговића у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 11. фебруара 2020. године именовани смо у комисију за избор др Душана Вудраговића у звање научни сарадник.

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

### Биографски подаци о кандидату

Душан Вудраговић је рођен 3. маја 1980. године у Сремској Митровици. Основну школу “Доситеј Обрадовић” завршио је у Путинцима, а Гимназију “Стеван Пузић” у Руми. Основне студије је похађао на Физичком факултету Универзитета у Београду на смеру Примењена физика и информатика у периоду од 1999. до 2005. године. Током студија добио је стипендије Министарства науке Републике Србије и Владе Републике Србије, као и награду 1000 најбољих студената у Србији Норвешке амбасаде у Београду. Дипломирао је 2005. године са просечном оценом 9.62. Дипломски рад под називом “Мерење ефективне трансверзалне емитансе јонског снопа” урадио је под руководством проф. др Ивана Аничина.

У периоду од 2006. до 2008. године боравио је у ЦЕРН-у (Женева) као сарадник на ФП6 пројектима SEE-GRID-2 (SEE-GRID eInfrastructure for regional eScience) и EGEE-II (Enabling Grids for E-science).

Докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду уписао је 2012. године. Докторску дисертацију под насловом “Faraday waves in ultracold dipolar Bose gases” (Фарадејеви таласи у ултрахладним диполним Бозе гасовима) урађену под менторством др Антуна Балажа, одбранио је 24. децембра 2019. године.

Душан Вудраговић је запослен у Институту за физику у Београду као истраживач сарадник у Лабораторији за примену рачунара у науци Националног центра изузетних вредности за изучавање комплексних система. У оквиру међународне сарадње, тренутно је ангажован на Хоризонт 2020 пројектима NI4OS-Europe (National Initiatives for Open Science in Europe) и SMARTCHAIN (Towards Innovation - driven and smart solutions in short food supply chains).

Др Душан Вудраговић је до сада објавио 23 рада у међународним часописима, као и више саопштења са међународних скупова штампаних у изводу.

## Преглед научне активности кандидата

Душан Вудраговић је започео свој истраживачки рад на АТЛАС колаборацији 2008. године. Ангажман на АТЛАС колаборацији прекида 2012. године, након чега, под менторством др Антуна Балажа, прелази у Лабораторију за примену рачунара у науци Института за физику у Београду, у оквиру пројекта ОН171017. Из периода учешћа у АТЛАС колаборацији, кандидат има 14 објављених радова, који нису узети у разматрање приликом оцене испуњености критеријума (али су наведени у списку радова у посебној секцији, због комплетности).

Након преласка на пројекат ОН171017, научна активност кандидата је у области кондензоване материје, и он се бави проблемима ултрахладних бозонским гасова у присуству дипол-дипол интеракције, као и развојем паралелних нумеричких алгоритама и програма за нумеричке симулације ових физичких система.

Кандидат је успешно развио и имплементирао нумерички метод подељеног корака за решавање Грос-Питаевски једначине са контактним и диполним интеракционим чланом. Кандидат је учествовао у развоју метода за ултрахладне Бозе гасове чије се интеракције могу описати помоћу контактнoг интеракционог потенцијала, а затим у уопштавању на системе у којима се, поред контактне, у обзир мора узети и дипол-дипол интеракција. Овај метод омогућава разматрање анизотропних тродимензионалних система, али је проширен и на специјалне ниже-димензионалне случајеве који узимају у обзир различите симетрије замке у којој је смештен Бозе-Ајнштајн кондензат: тродимензионалне аксијално- и радијално-симетричне замке, дводимензионалне цилиндрично-симетричне замке, изотропне сферно-симетричне и анизотропне једнодимензионалне и дводимензионалне замке. Рачунарски кодови су паралелизовани и прилагођени за коришћење на графичким картицама. Резултати су представљени у следећим међународним часописима:

- **D. Vudragović**, I. Vidanović, A. Balaž, P. Muruganandam, and S. K. Adhikari, *C Programs for Solving the Time-dependent Gross-Pitaevskii Equation in a Fully Anisotropic Trap*, Comput. Phys. Commun. **183**, 2021 (2012), M21a; DOI: 10.1016/j.cpc.2009.04.015; IF(2012) = 3.078;
- R. Kishor Kumar, L. Young-S., **D. Vudragović**, A. Balaž, P. Muruganandam, and S. K. Adhikari, *Fortran and C Programs for the Time-dependent Dipolar Gross-Pitaevskii Equation in an Anisotropic Trap*, Comput. Phys. Commun. **195**, 117 (2015), M21a; DOI: 10.1016/j.cpc.2015.03.024; IF(2015) = 3.635;
- L. Young-S., **D. Vudragović**, P. Muruganandam, S. K. Adhikari, and A. Balaž, *OpenMP Fortran and C Programs for Solving the Time-dependent Gross-Pitaevskii Equation in an Anisotropic Trap*, Comput. Phys. Commun. **204**, 209 (2016), M21a; DOI: 10.1016/j.cpc.2016.03.015; IF(2016) = 3.936;
- L. Young-S., P. Muruganandam, S. K. Adhikari, V. Lončar, **D. Vudragović**, and A. Balaž, *OpenMP GNU and Intel Fortran programs for solving the time-dependent Gross-Pitaevskii equation*, Comput. Phys. Commun. **220**, 503 (2017), M21a; DOI: 10.1016/j.cpc.2017.07.013; IF(2017) = 3.748.

У свом истраживању др Душан Вудраговић је проучавао феномене Фарадејевих и резонантних таласа густине у ултрахладним бозонским системима са контактном и дипол-дипол интеракцијом. Овакви таласи настају као резултат хармонијске модулације система и представљају нелинеарне ексцитације система услед присуства интеракција, спрезањем колективних осцилација и параметарских резонанци. У оквиру теорије средњег поља развио је варијациони приступ за опис динамике Фарадејевих и резонантних таласа у диполним кондензатима. Овај приступ је заснован на Гаусовом варијационом анзацу који за параметре има ширине кондензата, конјуговане фазе, а укључује и модулације густине како би описао динамику таласа густине.

Користећи развијени варијациони приступ, као и пун нумерички приступ, кандидат је детаљно проучавао особине таласа густине у диполним кондензатима на нултој температури, где дипол-дипол интеракција игра важну улогу због нарушења симетрије услед анизотропије система. Извео је једначине кретања које описују динамику модулисаног диполног бозонског система и идентификовао најнестабилније моде које одговарају Фарадејевим и резонантним таласима. Даље, на основу тога, извео је аналитичке изразе за просторне периоде оба типа таласа густине, као и њихову зависност од јачине контактне и дипол-дипол интеракције. Добијене варијационе резултате упоредио је са резултатима детаљних нумеричких симулација које решавају диполну Грос-Питаевски једначину у три просторне димензије и добио веома добро слагање.

Др Душан Вудраговић је проучавао и утицај контактне и дипол-дипол интеракције на својства основног стања и колективних осцилација диполних кондензата. Док повећање јачине контактне интеракције увек доводи до ширења кондензата, ситуација је сложенија када се мења јачина дипол-дипол интеракције. За замку у облику цигаре у којој су диполи оријентисани у радијалном смеру, показао је да повећање јачине дипол-дипол интеракције доводи до ширења кондензата у лонгитудиналном правцу и у правцу поларизације, док се ширина у трећем правцу смањује. Поред тога, проучавао је и фреквенције колективних мода, где су ефекти интеракција мање изражени. Ово се посебно односи на монополну (дишућу) и квадруполну моду, чије вредности практично остају константне у целом распону експериментално релевантних вредности јачина интеракција. Са друге стране, фреквенција радијалне квадруполне моде је осетљивија на промену јачине интеракције, посебно јачине контактне интеракције, док при промени јачине дипол-дипол интеракције показује немонотону понашање. Резултати су представљени у следећем међународном часопису:

- **D. Vudragović** and A. Balaž, *Faraday and Resonant Waves in Dipolar Cigar-Shaped Bose-Einstein Condensates*, *Symmetry* **11**, 1090 (2019) M22; DOI: 10.3390/sym11091090; IF(2018) = 2.143.

## **Елементи за квалитативну анализу рада кандидата**

### **1. Квалитет научних резултата**

Као најзначајније радове кандидата Комисија издваја:

- **D. Vudragović** and A. Balaž, *Faraday and Resonant Waves in Dipolar Cigar-Shaped Bose-Einstein Condensates*, *Symmetry* **11**, 1090 (2019)  
M22; DOI: 10.3390/sym11091090; IF(2018) = 2.143;
- **D. Vudragović**, I. Vidanović, A. Balaž, P. Muruganandam, and S. K. Adhikari, *C Programs for Solving the Time-dependent Gross-Pitaevskii Equation in a Fully Anisotropic Trap*, *Comput. Phys. Commun.* **183**, 2021 (2012)  
M21a; DOI: 10.1016/j.cpc.2009.04.015; IF(2012) = 3.078.

У првом раду кандидат је развио варијациони и нумерички приступ за проучавање особина таласа густине у диполним кондензатима на нултој температури, где дипол-дипол интеракција игра важну улогу због нарушења симетрије услед анизотропије система. Користећи ове приступе, проучио је:

- колективне осцилације и динамику Фарадејевих таласа у ултрахладним бозонским системима са контактном и дипол-дипол интеракцијом;
- појаву резонантних таласа и утицај дипол-дипол интеракције на њихове особине у диполним Бозе-Ајнштајн-кондензованим системима.

Утицај контактне и дипол-дипол интеракције на фреквенције колективних мода и особине Фарадејевих таласа у диполним Бозе-Ајнштајн кондензатима испитао је детаљним нумеричким симулацијама и варијационим приступом. Посебно је проучавао зависност просторног и временског периода Фарадејевих таласа од јачине дипол-дипол интеракције. Сви прорачуни су изведени за реалистичне физичке системе, као што су атомски гасови хрома, диспрозијума и ербијума.

Типично време развоја резонантних таласа је много мање од времена које је потребно за појаву Фарадејевих таласа. Кандидат је проучио утицај јачине диполне интеракције на ова карактеристична времена. Такође, испитао је раније уочени феномен појаве снажнијег резонантног одговора система за модулативну фреквенцију која је двоструко већа од радијалне фреквенције замке, иако би се очекивало да се најважнија резонанца добија када су ове фреквенције једнаке.

У другом раду кандидат је развио нумеричку методу за решавање Грос-Питаевски једначине за ултрахладне бозонске системе са диполном интеракцијом, која представља резултат теорије средњег поља. Временски зависна диполна Грос-Питаевски једначина је парцијална диференцијална једначина по просторним координатама и времену и има структуру нелинеарне Шредингерове једначине, тако да садржи први извод таласне функције по времену и друге изводе по просторним координатама. Диполни интеракциони члан је описан помоћу просторног интеграла, пошто је у питању дугодоментна интеракција. Развијени метод подељеног корака за решавање Грос-Питаевски једначине укључује дискретизацију по простору и времену, појединачну интеграцију по просторним координатама и временску пропагацију дискретизоване једначине. С обзиром на велику нумеричку захтевност тродимензионалних симулација за проучавање реалних физичких система, сви алгоритми су паралелизовани и прилагођени за коришћење на графичким картицама.

### Подаци о цитираности

Према подацима из базе Web of Science на дан 12. фебруар 2020. године, радови др Душана Вудраговића (не укључујући радове АТЛАС колаборације) цитирани су укупно 300 пута, од чега 290 пута изузимајући аутоцитате. Хиршов индекс је 6. Уколико се узму у обзир и радови АТЛАС колаборације, др Душан Вудраговић је цитиран 1,953 пута, од чега 1,931 пута изузимајући аутоцитате. У овом случају Хиршов индекс је 15.

Међутим, приликом разматрања критеријума за овај избор у звање, узели смо у обзир само научне резултате остварене директно од стране кандидата (без радова АТЛАС колаборације).

### Параметри квалитета часописа

Кандидат др Душан Вудраговић је објавио укупно девет радова у међународним часописима (без радова АТЛАС колаборације) и то:

- 4 рада у међународним часописима изузетних вредности M21a: *Computer Physics Communications* следећих импакт фактора IF(2017) = 3.748, IF(2016) = 3.936, IF(2015) = 3.635, IF(2012) = 3.078, SNIP(2017) = 1.92, SNIP(2016) = 2.00, SNIP(2015) = 1.87, SNIP(2012) = 2.12;
- 3 рада у врхунским међународним часописима M21: *Journal of Grid Computing*, *Communications in Computational Physics* и *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B* следећих импакт фактора IF(2011) = 1.310, IF(2012) = 1.863, IF(2015) = 1.389, SNIP(2011) = 1.89, SNIP(2012) = 1.32, SNIP (2015) = 1.00, редом;
- 1 рад у истакнутом међународном часопису M22 *Symmetry* импакт фактора IF(2018) = 2.143, SNIP(2018) = 1.05.
- 1 рад у међународном часопису M23 *Scalable Computing: Practice and Experience* импакт фактора још није додељен, SNIP(2018) = 0.5

Додатни библиометријски показатељи у складу са упутством Матичног научног одбора за физику су сумирани у наредној табели.

	IF	M	SNIP
Укупно	21.102	69.0	13.17
Усредњено по чланку	2.638	8.6	1.65
Усредњено по аутору	4.318	12.9	2.53

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

Кандидат је показао висок степен самосталности у научном раду и дао је одлучујући допринос свим радовима на којима је аутор.

Кандидат има изражену међународну сарадњу, што обухвата:

- активну сарадњу са групама др Садхана Адхикарија са Државног универзитета у Сао Паулу (Бразил), др Александру Николина са Универзитета у Букурешту (Румунија) и др Аксела Пелстера са Техничког универзитета у Кајзерслаутерну (Немачка);
- учешће на билатералним пројектима између Србије и Немачке (QDDB, IBES, BES-L) у периоду од 2013. до 2020. године;
- учешће на 15 пројеката Европске комисије у програмима FP6, FP7 и Horizon 2020. На већини ових пројеката био је руководилац радних пакета или радних задатака.

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

Окосница свих радова кандидата је развој нумеричких метода за проучавање особина кондензата у којима дипол-дипол интеракција игра важну улогу због нарушења симетрије услед анизотропије система. Радови кандидата категорије M21a имају 5 или 6 аутора, па нормирање не мења на битан начин број бодова. Рад категорије M22 има 2 аутора и рачуна се са пуном тежином. На радовима из категорије M21 број аутора је нешто виши и ово доприноси разлици између укупног ненормираног (90) и нормираног (77.09) броја бодова.

## **3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

Кандидат је учествовао или учествује на следећим пројектима:

- пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОН171017 *Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система* (од новембра 2012. до децембра 2019. године),
- пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ИИИ43007 *Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину - праћење утицаја, адаптација и ублажавање* (од новембра 2012. до децембра 2019. године),
- билатерални пројекти Србије и Немачке (QDDB, IBES, BES-L) у периоду од 2013. до 2020. године,
- NI4OS-Europe (2019-2022), National Initiatives for Open Science in Europe; European Commission, Horizon 2020, Implementing the European Open Science Cloud;
- VI-SEEM (2015-2018), Virtual Research Environment (VRE) in Southeast Europe and the Eastern Mediterranean (SEEM); European Commission, Horizon 2020, Research and innovation programme;
- SemaGrow (2012-2015), Data intensive techniques to boost the real-time performance of global agricultural data infrastructures; European Commission, FP7, Research infrastructures project;
- agINFRA (2011-2014), A data infrastructure to support agricultural scientific communities Promoting data sharing and development of trust in agricultural sciences; European Commission, FP7, Research infrastructures project;

- HP-SEE (2010-2012), High-Performance Computing Infrastructure for South East Europe's Research Communities; European Commission, FP7, Research infrastructures project.
- SMARTCHAIN (2018-2021), Towards Innovation - driven and smart solutions in short food supply chains; European Commission, Horizon 2020, Research and innovation programme;
- SEE-GRID-SCI (2008-2010), European Commission, FP7 project;
- LA@CERN (2008-2010), European Commission, Lifelong Learning Programme;
- PRACE-3IP (2012-2014), Partnership for Advanced Computing in Europe - Third Implementation Phase Project; European Commission, FP7, Research infrastructures project;
- PRACE-2IP (2011-2013), Partnership for Advanced Computing in Europe AISBL -Second Implementation Phase Project; European Commission, FP7, Research infrastructures project;
- PRACE-1IP (2010-2012), Partnership for Advanced Computing in Europe AISBL -First Implementation Phase Project; European Commission, FP7, Research infrastructures project;
- EGI-InSPIRE (2010-2014), Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe; European Commission, FP7, Research infrastructures project;
- EGEE-III (2008-2010), European Commission, FP7 project;
- EGEE-II (2006-2008), Enabling Grids for E-science; European Commission, FP6, eInfrastructure project;
- SEE-GRID-2 (2006-2008), South Eastern European Grid-enabled eInfrastructure Development; European Commission, FP-6, regional eInfrastructure project.

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

##### Рецензије научних радова

Кандидат је био рецензент четири рада у часопису *Data Technologies and Applications*, два рада у часопису *Physics Letters A*, једног рада у часопису *Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*.

##### Организација научних скупова

Др Душан Вудраговић је био члан организационог одбора конференције HP-SEE User Forum 2012, која је одржана од 17. до 19. октобра 2012. године у Народној библиотеци Србије у Београду.

##### Педагошки рад

Др Душан Вудраговић је организовао више уводних и напредних регионалних тренинга из области рачунарства високих перформанси, који су у просеку трајали два дана и на којима је у просеку по тренингу учествовало 30 људи. Овде су наведени неки од њих:

- High performance computing in function of business enhancement, 14-15 June 2018, Belgrade, Serbia;

- VI-SEEM regional climate training event, 11-13 October 2017, Belgrade, Serbia;
- VI-SEEM life sciences regional training, 19-21 October 2016, Belgrade, Serbia;
- Introduction to Parallel Programming with CUDA, 18 February, Belgrade, Serbia;
- Tuning and optimization of HPC application, 1 June, 2012, Belgrade, Serbia;
- PARADOXical training, 14 October 2011, Belgrade, Serbia.

У периоду од 2015. до 2016. године кандидат је објавио серију чланака под називом “Природа кода” у часопису Млади физичар, а од 2014. године учествује као предавач на Научно-едукативном кампу Михајло Идворски Пупин у Идвору за ученике основних и средњих школа.

## **5. Утицај научних резултата**

Утицај и значај резултата кандидата су описани у тачки 1, укључујући и податке о цитираности. Овде се може навести и чињеница да је један M21a рад, на коме је кандидат први аутор, високо цитиран (тренутни број цитата је 141) и да је омогућио објављивање низа других публикација, као и сарадњу са групом др Садхана Адхикарија из Бразила.

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

Кандидат је све своје истраживачке активности реализовао у Институту за физику у Београду, углавном у оквиру међународне сарадње. Кандидат је дао кључни допринос у свим објављеним радовима, а његов допринос се огледа у изради потребних нумеричких симулација, добијању, интерпретацији и презентацији нумеричких резултата, писању радова и комуникацији са уредницима и рецензентима часописа.



## Елементи за квантитативну оцену научног доприноса кандидата

Остварени М-бодови по категоријама:

Категорија	М бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М бодова (нормирано)
<b>M13</b>	7	1	<b>7 (7)</b>
<b>M21a</b>	10	4	<b>40 (36.67)</b>
<b>M21</b>	8	3	<b>24 (15.30)</b>
<b>M22</b>	5	1	<b>5 (5)</b>
<b>M23</b>	3	1	<b>3 (2.5)</b>
<b>M33</b>	1	2	<b>2 (1.62)</b>
<b>M34</b>	0.5	6	<b>3 (3)</b>
<b>M70</b>	6	1	<b>6 (6)</b>

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научни сарадник:

Минималан број М бодова потребан за избор у звање научни сарадник		Остварено (нормирано)
Укупно	16	<b>90 (77.09)</b>
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	<b>81 (68.09)</b>
M11+M12+M21+M22+M23	6	<b>72 (59.47)</b>

Према подацима из базе Web of Science на дан 12. фебруар 2020. године, радови др Душана Вудраговића (без радова из АТЛАС колаборације) цитирани су укупно 300 пута, од чега 290 пута изузимајући аутоцитате. Хиршов индекс је 6.

## Закључак и предлог

Др Душан Вудраговић у потпуности испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Током рада на докторској дисертацији показао је изузетну способност за научноистраживачки рад и остварио оригиналне и међународно запажене научне резултате, што укључује и 4 рада у часописима М21а категорије.

Имајући у виду квалитет његовог научноистраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Душана Вудраговића у звање научни сарадник.

Београд, 12. фебруар 2020. год.

Чланови комисије:

др Антун Балаж  
научни саветник,  
Институт за физику у Београду

др Ивана Васић  
виши научни сарадник,  
Институт за физику у Београду

др Милан Дамњановић  
редовни професор  
Физичког факултета Универзитета у Београду