

Naučnom veću Instituta za fiziku

Izveštaj komisije za izbor dr Antuna Balaža u zvanje naučni savetnik

Na sednici Naučnog veća Instituta za fiziku održanoj 15. 07. 2014. godine, imenovani smo u komisiju za izbor dr Antuna Balaža u zvanje naučni savetnik.

Pregledom materijala koji nam je dostavljen, kao i na osnovu ličnog poznavanja kandidata i uvida u njegov rad, Naučnom veću Instituta za fiziku podnosimo ovaj izveštaj.

BIOGRAFSKI PODACI O KANDIDATU

Antun Balaž je rođen 27. decembra 1973. godine u Zrenjaninu, gde je završio osnovnu školu. Srednju školu, Zrenjaninsku gimnaziju, završio je kao učenik generacije 1992. godine. Nakon odsluženog vojnog roka, školovanje je nastavio na osnovnim studijama na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Teorijska i eksperimentalna fizika. Diplomirao je 1997. godine sa prosečnom ocenom 9.93. Dobitnik je nagrade "Dr Ljubomir Ćirković" za najbolji diplomski rad. Postdiplomske studije na smeru Teorijska fizika elementarnih čestica i gravitacije nastavio je 1998. godine, a magistarski rad sa temom "Nova rekurzivna formula za funkcionalni integral u kvantnoj mehanici: analitičke i numeričke osobine" odbranio je u maju 2004. godine na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Dobitnik je nagrade Instituta za fiziku za najbolji magistarski rad. Doktorski rad sa temom "O ubrzavanju konvergencije funkcionalnih integrala" pod rukovodstvom dr Aleksandra Bogojevića odbranio je u decembru 2008. godine.

Od 12. marta 2002. godine Antun Balaž je zaposlen u Institutu za fiziku kao istraživač-pripravnik u okviru projekta osnovnih istraživanja Gradijentne teorije gravitacije: simetrije i dinamika. U julu 2004. godine izabran je u zvanje istraživač-saradnik, a u okviru Instituta za fiziku je angažovan kao saradnik u novoosnovanoj Laboratoriji za primenu računara u nauci. Od 1. januara 2006. godine Antun Balaž je član projekta osnovnih istraživanja Modeliranje i numeričke simulacije kompleksnih fizičkih sistema (OI141035), a u periodu 2009-2010 učestvuje i u bilateralnom srpsko-nemačkom projektu Ubrzana konvergencija funkcionalnih integrala i primena na Boze-Ajnštajn kondenzaciju (PI-BEC). Ovaj bilateralni projekat dodatno podržava saradnju koju je kandidat započeo sa nemačkom istraživačkom grupom dr Axela Pelstera krajem 2007. godine. Ova saradnja je nastavljena kroz još dva bilateralna projekta kojima je rukovodio dr Antun Balaž: Numeričko i analitičko proučavanje gasa ultrahladnih bozona u neuređenim potencijalima (NAD-BEC) u periodu 2011-2012, i Numeričko i analitičko proučavanje Boze-Ajnštajn kondenzata sa dipolnom interakcijom (NAI-DBEC) u periodu 2013-2014. Od novembra 2010. godine dr Antun Balaž ima zvanje viši naučni saradnik. U poslednjem projektnom ciklusu ministarstva, od 1. januara 2011. godine učestvuje u projektu osnovnih istraživanja Modeliranje i numeričke simulacije složenih višestestičnih sistema (ON171017), kao i u projektu Istraživanje klimatskih promena i njihovog uticaja na životnu sredinu – praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje (III43007). U maju 2014. godine dr Antun Balaž je imenovan za rukovodioca Laboratorije za primenu računara u nauci (SCL) Institute za fiziku, koja je akreditovana za nacionalni Centar izuzetnih vrednosti za izučavanje kompleksnih sistema.

U okviru međunarodne saradnje, dr Antun Balaž je takođe učestvovao i rukovodio učestvovanje srpskih timova u nekoliko velikih evropskih FP6 i FP7 projekata (EGEE-II, EGEE-III, SEE-GRID, SEE-GRID-2, SEE-GRID-SCI, EGI-InSPIRE, HP-SEE, agINFRA, SemaGrow, PRACE-1IP, PRACE-2IP, PRACE-3IP) iz oblasti distribuiranog i Grid računarstva, kao i računarstva visokih performansi. Učestvovao je u radu evropskog Centra izvrsnosti za kompjutersko modeliranje kompleksnih sistema (CX-CMCS) u okviru Laboratorije za primenu računara u nauci Instituta za fiziku. Dobitnik je godišnje nagrade za finansijski doprinos Institutu za fiziku za 2012. i 2013. godinu.

Dr Antun Balaž se intenzivno bavi i obrazovanjem mladih kadrova i uvođenjem mladih u naučni rad. Kao student je bio mlađi saradnik na programima fizike i astronomije u Istraživačkoj stanici Petnica, a nakon što je diplomirao nastavio je saradnju kao stručni saradnik, predavač i mentor za mnogobrojne radove učenika. Od 1999. do 2004. i od 2011. do 2013. godine Antun Balaž je bio aktivan član Komisije za takmičenja iz fizike učenika srednjih škola Društva fizičara Srbije, prvo kao autor zadataka, a kasnije kao recenzent. U ime Društva fizičara Srbije je kao stručni rukovodilac predvodio ekipe učenika iz naše zemlje na Međunarodnim olimpijadama iz fizike 2002. u Indoneziji i 2003. godine na Tajvanu.

Kandidat je aktivno uključen i u nastavu. Na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu bio je angažovan kao asistent za predmete Kvantna teorija polja (2002/2003), Kvantna elektrodinamika (2002/2003) i Teorija elementarnih čestica (2002/2003 i 2003/2004), a od 2003. do 2006. godine je bio predavač za predmete "Verovatnoća i statistika za finansije" i "Matematika i modeliranje u finansijama" na postdiplomskim studijama iz kvantitativnih finansija na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Bio je mentor za nekoliko diplomskih i master radova, a trenutno je mentor Vladimiru Slavniću na doktorskim studijama na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Dušanu Vudragoviću i Vladimiru Veljiću na doktorskim studijama na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, kao i ko-mentor Bogdanu Satariću na doktorskim studijama Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu i Vladimiru Lončaru na doktorskim studijama na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu. Takođe je bio mentor za doktorsku tezu dr Ivane Vidanović koja je odbranjena u decembru 2011. godine na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, kao i ko-mentor za doktorsku tezu dr Hamida Al-Jibbouri-ja, koja je odbranjena u oktobru 2013. godine na Fizičkom fakultetu Slobodnog univerziteta u Berlinu (Free University of Berlin) u Nemačkoj.

Dr Antun Balaž ima zvanje docenta na Departmanu za fiziku Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, i od zimskog semestra 2009. godine angažovan je u nastavi na osnovnim i master studijama fizike (predmeti Uvod u teoriju polja i Ekonomska fizika), kao i na doktorskim studijama fizike (predmet Numerički metodi u fizici kondenzovanog stanja). Od sledeće školske godine će biti angažovan na doktorskim studijama Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na predmetima Kvantne tečnosti i Numerički metodi.

U svom naučnom radu, dr Antun Balaž se bavi proučavanjem ultrahladnih kvantnih gasova i Boze-Ajnštajn kondenzacije, i ostvario je saradnju sa više istraživačkih grupa iz Nemačke, Rumunije, Brazila i Indije. Osnovne teme kojima se bavi u istraživačkom radu su kolektivna i nelinearna pobuđenja Boze-Ajnštajn-kondenzovanih sistema, uključujući i proučavanje efekata dipol-dipol interakcije i neuređenosti. Dobitnik je godišnje nagrade za naučni rad Instituta za fiziku za 2014. godinu.

Pregled naučne aktivnosti

Još na samom početku razvoja kvantne teorije, proučavanje ponašanja gasova na niskim temperaturama je ukazalo na ključnu vezu statistike i spina čestica i dovelo do otkrića Fermi-Dirakove raspodele za čestice polucelobrojnog spina, odnosno Boze-Ajnštajnovu raspodele za čestice celobrojnog spina. Ta saznanja su dovela, sa jedne strane, kroz razmatranje ponašanja fermionskih kvantnih sistema, do uvođenja važnog koncepta Fermijevog nivoa i otvorila mogućnost za dalje proučavanje elektronske strukture materijala i jako korelisanih sistema. Sa druge strane, Boze i Ajnštajn su odmah uočili važnu posledicu činjenice da je u bozonskim sistemima moguća višestruka naseljenost energetskih nivoa i zaključili da će takav kvantni sistem, pri dovoljno niskim temperaturama, doživeti fazni prelaz u novo stanje koje je karakterisano makroskopskom naseljenošću osnovnog stanja. Ovaj fazni prelaz se naziva Boze-Ajnštajn kondenzacija, a nova, kondenzovana faza predstavlja makroskopski kvantni fenomen koji leži u osnovi objašnjenja pojava kao što su superfluidnost i superprovodljivost.

Iako su osnove teorijskog opisa ponašanja kvantnih gasova na niskim temperaturama formulisane još u prve dve decenije XX veka, a superprovodljivost i superfluidnost eksperimentalno uočene u ingenioznim eksperimentima Onesa i Kapice otprilike u isto vreme, za detaljnije i preciznije eksperimentalno proučavanje kvantnih gasova bilo je neophodno razviti čitav niz naprednih tehnika hlađenja (lasersko hlađenje, evaporativno hlađenje), pripreme i održavanja atoma u magneto-optičkim zamkama, kao i tehnike merenja profila gustine čestica baziranih na apsorpciji laserske svetlosti. Ovo je dovelo do prave tehnološke revolucije i do značajnog napretka u različitim oblastima fizike. Tek je razvoj ovih sofisticiranih eksperimentalnih tehnika omogućio da se kvantitativno i u dobro kontrolisanim uslovima proučavaju kvantni gasovi na nanokelvinskim temperaturama. Ovo je dovelo i do eksperimentalne potvrde Boze-Ajnštajn kondenzacije u gasovima alkalnih metala 1995. godine, za šta su 2001. godine Ketterle, Kornel i Viman dobili Nobelovu nagradu za fiziku. Dalji razvoj ove oblasti je omogućio da se danas eksperimentalno proučavaju raznovrsni sistemi, uključujući jednokomponentne i višekomponentne fermionske odnosno bozonske sisteme, fermionsko-bozonske mešavine, spinski polarisane sisteme, kao i atomske i molekularne sisteme sa velikim magnetnim ili električnim dipolnim momentom.

Pored fundamentalnog značaja u razumevanju ponašanja prirode, proučavanje kvantnih gasova na niskim temperaturama ima i brojne primene koje povezuju ovu oblast sa drugim oblastima fizike i neočekivano omogućavaju dublji uvid u različite fenomene. U kombinaciji sa tehnikom Fešbah rezonanci, koja dozvoljava gotovo slobodnu promenu efektivne interakcije između atoma u širokom opsegu od jake privlačne do jake odbojne interakcije, oblast ultrahladnih kvantnih gasova praktično realizuje Fajnmanovu ideju kvantnog simulatora. Na primer, eksperimenti sa optičkim rešetkama u koje se dovedu ultrahladni atomski gasovi mogu da povežu kvantnu optiku i fiziku kondenzovanog stanja materije i pruže idealnu priliku za proučavanje Motovog faznog prelaza iz provodne u izolatorsku

fazu. Ovakva eksperimentalna realizacija Boze-Habard ili Fermi-Habard modela, za razliku od sistema koji se proučavaju u nauci o materijalima, omogućava da se parametri sistema menjaju praktično kontinualno, što je od presudnog značaja za razumevanje ponašanja sistema i opis faznog prelaza.

Mogućnost precizne kontrole interakcija između čestica je ključna osobina kvantnih gasova na niskim temperaturama i veliki broj istraživačkih grupa se bavi njenim proučavanjem u različitim kontekstima. U domenu opisa i proučavanja Boze-Ajnštajn kondenzacije, jačina interakcije utiče kako na globalne osobine kondenzata (naseljenost osnovnog nivoa, temperatura kondenzacije), tako i na lokalne osobine (profil gustine) i dinamiku kondenzata u magneto-optičkim zamkama. U sistemima koji rotiraju, formiranje elementarnih ekscitacija kondenzata (vorteksa), njihova struktura, dinamika i interakcije između vorteksa takođe na ključan način zavise od jačine interakcije između atoma.

Jedan od značajnih problema kome je posvećena široka pažnja su kolektivne mode oscilacija Boze-Ajnštajn kondenzata i drugih sistema ultrahladnih kvantnih gasova. Novi eksperimenti omogućavaju harmonijsku modulaciju efektivne interakcije između atoma alkalnih metala u kondenzatu, što je otvorilo novo polje istraživanja vezano za parametarske rezonance i parametarsku stabilizaciju/destabilizaciju. Poznato je da su bozonski sistemi sa privlačnom interakcijom nestabilni na veoma niskim temperaturama, pa ovakva vrsta modulacije interakcije može da dovede do stabilizacije sistema. Još jedan od trenutno aktuelnih problema su Boze-Ajnštajn kondenzati sa dugodometnom, dipol-dipol interakcijom, a proučavanje ovakvih sistema u neuređenim potencijalima i potraga za Boze-staklo faznim prelazom predstavlja još uvek veliki izazov.

Istraživački rad dr Antuna Balaža je baziran na gore pomenutim problemima, i može se klasifikovati u sledeće četiri osnovne teme:

- Faradejevi talasi i fragmentacija u jednodimenzionalnim i dvodimenzionalnim Boze-Ajnštajn-kondenzovanim sistemima
- ispitivanje nelinearnih osobina kolektivnih moda i efekata neuređenosti u Boze-Ajnštajn-kondenzovanim sistemima
- primene funkcionalnog formalizma na proučavanje dinamike kvantnih sistema
- razvoj numeričkih algoritama i primene na proučavanje nelinearne dinamike

Ukratko ćemo prikazati glavne naučne rezultate koji su dobijeni u okviru ovih tema.

Faradejevi talasi i fragmentacija u jednodimenzionalnim i dvodimenzionalnim Boze-Ajnštajn-kondenzovanim sistemima

Najvažniji radovi:

- Faraday Waves in Collisionally Inhomogeneous Bose-Einstein Condensates
A. Balaž, R. Paun, A. I. Nicolin, S. Balasubramanian, and R. Ramaswamy
Phys. Rev. A **89**, 023609 (2014)
- Faraday Waves in Binary Nonmiscible Bose-Einstein Condensates
A. Balaž and A. Nicolin
Phys. Rev. A **85**, 023613 (2012)
- Faraday Waves and Collective Modes in Bose-Einstein Condensates
A. Nicolin, I. Vidanović, and A. Balaž
in Lj. Kočarev (Ed.), Springer Book Series on Advances in Intelligent and Soft Computing, Vol. **150**, p. 247-256, Springer (2012)
- Fragmentation of a Bose-Einstein Condensate Through Periodic Modulation of the Scattering Length
A. Balaž and A. I. Nicolin
in R. Carretero-Gonzalez et al. (Eds.), Localized Excitations in Nonlinear Complex Systems, Springer Series in Nonlinear Systems and Complexity, Vol. **7**, p. 119-129, Springer (2014)

Faradejevi talasi predstavljaju dobro poznat fenomen iz klasične fizike, kada oscilovanje horizontalne podloge izaziva pojavu različitih paterna na površini tankog sloja tečnosti. Slična pojava se javlja i prilikom proučavanja ultrahladnih kvantnih gasova, pri čemu harmonijska modulacija zamke u kojoj se nalazi Boze-Ajnštajn kondenzat (ili, ekvivalentno, harmonijska modulacija efektivne interakcije između atoma) izaziva talase gustine kondenzata. Ovaj fenomen je teorijski predviđen 2002. godine, a eksperimentalno potvrđen 2007. godine. U radovima kandidata su proučavani Faradejevi talasi u jednodimenzionalnom sistemu sa prostorno nehomogenom interakcijom (prvi rad), kao i u dvodimenzionalnim sistemima (drugi rad). Numerički je izvršena karakterizacija osobina Faradejevih talasa koji se pojavljuju usled modulacije harmonijske zamke, a onda je razvijen varijacioni pristup koji je omogućio analitički opis prostornog perioda Faradejevih talasa, uz dobro slaganje sa numeričkim rezultatima. U ovim radovima je pokazano i da rezonantna modulacija može da izazove snažno pobuđenje sistema, koje ima za posledicu za red veličine brže formiranje talasa gustine. Ovi talasi nisu Faradejevi, nego rezonantni (frekvencija im je ista kao i frekvencija rezonantne modulacije), i mogu da izazovu kolaps sistema zbog jakog transfera energije ka kondenzatu kroz modulaciju.

U četvrtom radu je proučavanja fragmentacija Boze-Ajnštajn kondenzata koja nastaje kao posledica dugotrajne modulacije efektivne interakcije između atoma u kondenzatu. Nakon što se u sistem na ovaj način prebaci dovoljno energije, dinamika sistema postaje dovoljno snažna da se kondenzat podeli na više delova koji na dalje imaju odvojenu dinamiku i gube koherenciju.

Ispitivanje nelinearnih osobina kolektivnih moda i efekata neuređenosti u Boze-Ajnštajn-kondenzovanim sistemima

Najvažniji radovi:

- Dipolar Bose-Einstein Condensates in Weak Anisotropic Disorder
B. Nikolić, A. Balaž, and A. Pelster
Phys. Rev. A **88**, 013624 (2013)
- Nonlinear Bose-Einstein-condensate Dynamics Induced by a Harmonic Modulation of the s-wave Scattering Length
I. Vidanović, A. Balaž, H. Al-Jibbouri, and A. Pelster
Phys. Rev. A **84**, 013618 (2011)
- Geometric Resonances in Bose-Einstein Condensates with Two- and Three-body Interactions
H. Al-Jibbouri, I. Vidanović, A. Balaž, and A. Pelster
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **46**, 065303 (2013)
- Parametric and Geometric Resonances of Collective Oscillation Modes in Bose-Einstein Condensates
I. Vidanović, H. Al-Jibbouri, A. Balaž, and A. Pelster
Phys. Scr. **T149**, 014003 (2012)

U prvom radu je razvijena opšta perturbativna teorija za proučavanje Boze-Ajnštajn-kondenzovanih sistema u slabim neuređenim potencijalima. Ovaj pristup omogućava perturbativno izračunavanje bitnih osobina sistema (gubitka globalnog kondenzata i korekcije hemijskog potencijala, gustine superfluida i brzine zvuka usled prisustva neuređenosti). Razvijeni opšti pristup je primenjen na slučaj Boze-Ajnštajn kondenzata sa dipol-dipol interakcijom u neuređenom potencijalu sa lorencijanskom korelacionom funkcijom. Dobijeni su eksperimentalno relevantni rezultati, uključujući i efekte prostorne nehomogenosti neuređenosti na gustinu superfluida i brzinu zvuka.

Jedan od osnovnih načina karakterizacije faza materije, kako eksperimentalno tako i teorijski, su osobine njihovog ekscitacionog spektra, a posebno su interesantne i važne kolektivne mode. U sistemima hladnih gasova, kolektivne mode se obično pobuđuju modulacijom spoljašnjeg potencijala zamke, dok je u nedavnom eksperimentalnom radu pobuđivanje kolektivnih moda ostvareno novim pristupom, harmonijskom modulacijom interakcije. U osnovi primenjenog eksperimentalnog metoda je tehnika Fešbah rezonance, i u zavisnosti od vrednosti spoljašnje frekvencije upotrebljene za modulaciju interakcije, moguće je dobiti linearni odgovor sistema ili rezonantno ponašanje karakterisano velikim amplitudama oscilacija. Kako je osnovna jednačina koja opisuje dinamiku ovakvog sistema nelinearna, u slučaju velikih oscilacija se mogu očekivati izraženi nelinearni efekti. U drugom radu je numerički simulirana dinamiku takvog sistema i identifikovane su nelinearne karakteristike dobijenih ekscitacionih spektara: pored osnovnih moda, pojavljuju se viši harmonici,

kao i linearne kombinacije različitih moda, a najizraženiji nelinearni efekti su pomeraji u frekvencijama ekscitovanih moda u odnosu na vrednosti izračunate u linearnom režimu. Za kvantitativno objašnjenje nelinearnih efekata kandidatkinja je razvila perturbativni pristup u kome se kao mali parametar koristi amplituda modulacije. Razvijeni perturbativni pristup je baziran na Poenkare-Lindštet metodu, i njegovom primenom su nađeni analitički izrazi za nelinearne pomeraje svojstvenih frekvencija u blizini rezonanci.

U trećem radu je pokazano da za pojavu rezonanci u Boze-Ajnštajn-kondenzovanim sistemima nije neophodno postojanje spoljašnjeg vođenja, nego da se rezonance mogu pojaviti iz geometrijskih razloga, za specijano odabranu geometriju harmonijske zamke u kojoj se sistem nalazi. Pojava ovakvih geometrijskih rezonanci je veoma relevantna u eksperimentima i može se iskoristiti za pojačanje ili suzbijanje sprežavanja prenosa energije između različitih kolektivnih moda sistema. U četvrtom radu su dati dodatni rezultati koji povezuju proučavanje vođenih sistema i sistema sa geometrijskim rezonancama.

Primene funkcionalnog formalizma na proučavanje dinamike kvantnih sistema

Najvažniji radovi:

- Fast Converging Path Integrals for Time-Dependent Potentials: I. Recursive Calculation of Short-Time Expansion of the Propagator
A. Balaž, I. Vidanović, A. Bogojević, A. Belić, and A. Pelster
J. Stat. Mech.-Theory Exp. P03004 (2011)
- Fast Converging Path Integrals for Time-Dependent Potentials: II. Generalization to Many-Body Systems and Real-Time Formalism
A. Balaž, I. Vidanović, A. Bogojević, A. Belić, and A. Pelster
J. Stat. Mech.-Theory Exp. P03005 (2011)

U ovim radovima je razvijen rekurzivni pristup za računanje perturbativnog razvoja propagatora po malom vremenu propagacije za opšti kvantni sistem sa vremenski zavisnom potencijalom. Propagator je izražen preko diskretizovanog efektivnog potencijala, za koji je izveden i analitički rešen sistem rekurzivnih relacija. Takav diskretizovani efektivni potencijal može da se koristi za suštinsko ubrzanje numeričkih Monte Karlo simulacija u funkcionalnom (path integral) formalizmu, ili za izvođenje različitih analitičkih aproksimativnih tehnika za proučavanje osobina kvantnih sistema u vremenski zavisnim potencijalima. U drugom radu je ovaj pristup uopšten na opšti višečestični sistem sa proizvoljnim brojem stepeni slobode, kao i na proučavanje dinamike kvantnih sistema u realnom vremenu.

Razvoj numeričkih algoritama i primene na proučavanje nelinearne dinamike

Najvažniji radovi:

- C Programs for Solving the Time-dependent Gross-Pitaevskii Equation in a Fully Anisotropic Trap
D. Vudragović, I. Vidanović, A. Balaž, P. Muruganandam, and S. Adhikari
Comput. Phys. Commun. **183**, 2021 (2012)
- SPEEDUP Code for Calculation of Transition Amplitudes Via the Effective Action Approach
A. Balaž, I. Vidanović, D. Stojiljković, D. Vudragović, A. Belić, and A. Bogojević
Commun. Comput. Phys. **11**, 739 (2012)
- A Nonlinear Model of the Dynamics of Radial Dislocations in Microtubules
S. Zdravković, M. V. Satarić, A. Maluckov, and A. Balaž
Appl. Math. Comp. **237**, 227 (2014)
- Scaling Exponents and Phase Separation in a Nonlinear Network Model Inspired by the Gravitational Accretion
A. Bogojević, A. Balaž, and A. Belić
Physica D **255**, 52 (2013)

Kandidat je u svom naučnom radu razvio nekoliko numeričkih algoritama kao i prateće programe koje je koristio u svom istraživanju. Te algoritme koriste ne samo saradnici i studenti kandidata, već i nekoliko drugih grupa širom sveta. Posebno se ističe algoritam i prateći softverski paket za numeričko proučavanje Boze-Ajnštajn kondenzata sa kontaktnom interakcijom u tri, dve i jednoj prostornoj dimenziji, koji je opisan u prvom radu. Algoritam je paralelizovan pomoću OpenMP pristupa, koji omogućava veliko ubrzanje izvršavanja numeričkih simulacija za dvodimenzionalne i trodimenzionalne sisteme.

U drugom radu je opisan numerički algoritam i prateći softverski paket koji omogućava primenu ranije razvijenog metoda efektivnih dejstava na proučavanje osobina kvantnih sistema. Ovaj metod su razvili kandidat i njegovi saradnici, a SPEEDUP programski paket je omogućio da se taj metod primeni na proučavanje dinamike kvantnih sistema, uključujući i Boze-Ajnštajn kondenzate.

Kandidat je u svom radu takođe proučavao i druge interesantne nelinearne sisteme, koji nisu direktno vezani za ultrahladne kvantne gasove. To se vidi na osnovu trećeg i četvrtog pomenutog rada, koji se bave temama iz oblasti biofizike (modeliranje nelinearne dinamike radijalnih dislokacija mikrotubula), odnosno astrofizike (modeliranje nelinearne dinamike formiranja planetarnih sistema).

ELEMENTI ZA KVALITATIVNU ANALIZU RADA KANDIDATA

Kvalitativni elementi ostvareni nakon prethodnog izbora u zvanje su dati *kurzivom, podebljanim slovima (italic, bold)*.

1. Pokazatelji uspeha u naučnom radu

1.1. Nagrade i priznanja za naučni rad

- Nagrada “Dr Ljubomir Ćirković“ za najbolji diplomski rad na Fizičkom fakultetu 1997. godine
- Nagrada “Dr Ljubomir Ćirković“ za najbolji magistarski rad na Fizičkom fakultetu 2004. godine
- Godišnja studentska nagrada Instituta za fiziku za najbolji magistarski rad odbranjen tokom 2004. godine
- Godišnja nagrada Instituta za fiziku za finansijski doprinos 2012. godine**
- Godišnja nagrada Instituta za fiziku za finansijski doprinos 2013. godine**
- Godišnja nagrada Instituta za fiziku za naučni rad za 2014. godinu**

1.2. Uvodna predavanja na konferencijama i druga predavanja po pozivu

Po pozivu je održao veći broj predavanja na međunarodnim konferencijama i naučnim školama, kao i tokom naučnih poseta institucijama u inostranstvu:

- 1) Euler Summation Formula for Path Integrals
A. Bogojević, A. Balaž, and A. Belić
Balkan Workshop 2005, Vrnjačka banja, Serbia, 19–23 May 2005
- 2) Physics Research and Grid Computing at SCL
Second Supercomputing Day Conference, Texas A&M University at Qatar,
13 September 2006
- 3) Path Integral MC in SCL
ICTP/INFM-Democritos Workshop on Porting Scientific Applications on
Computational GRIDs, International Centre for Theoretical Physics (ICTP),
Trieste, Italy, 6-17 February 2006
- 4) SEE-GRID: Advancing South-East Europe into the eInfrastructure era
ICTP/INFM-Democritos Workshop on Porting Scientific Applications on
Computational GRIDs, International Centre for Theoretical Physics (ICTP),
Trieste, Italy, 6-17 February 2006
- 5) HPC Experiences in South East Europe
Advanced School in High Performance Computing: Tools for e-Science,
International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 5-16 March
2007
- 6) Effective Actions Approach for Improving Numerical Calculations of Path
Integrals
University of Duisburg-Essen, Germany, 19-24 November 2007

- 7) Several lectures, as a coorganizer of the Grid Workshop
Advanced School in High Performance and GRID Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 3-14 November 2008
- 8) Several lectures, as a coorganizer of the workshop
2nd Workshop on High Performance Computing, Institute of Research in Fundamental Sciences (IPM) and Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, 25 January-2 February 2009
- 9) Speeding up the Convergence of Path Integral Monte Carlo
Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, 2-4 February 2009
- 10) Ultra-fast Converging Path Integral Approach for Ideal Bose Gases
Free University of Berlin, Germany, 15-27 February 2009
- 11) Several lectures, as a coorganizer of the Grid Workshop
Advanced School in High Performance and GRID Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 30 November – 11 December 2009
- 12) Path Integrals Without Integrals
Institute for Advanced Study (WiKo), Berlin, Germany, 19 March 2010
- 13) ***Fast Converging Path Integral Approach to Bose-Einstein Condensation***
University of Duisburg-Essen, 24 November 2010
- 14) ***Advanced School on High Performance and Grid Computing***
Co-director, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 11-22 April 2011, Trieste
- 15) ***Advanced School on Scientific Software Development: Concepts and Tools***
Co-director, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 20 February-2 March 2012, Trieste
- 16) ***Faraday Waves in Bose-Einstein Condensates***
University of Oldenburg, 19 March 2012, Oldenburg
- 17) ***Surface Waves and Miscibility Transitions in Binary Bose-Einstein Condensates***
Physics Department, Rice University, Houston, USA, 24 April 2012
- 18) ***Surface Waves and Miscibility Transitions in Binary Bose-Einstein Condensates***
Physics Department, Washington State University, USA, 30 April 2012
- 19) ***Surface Waves and Miscibility Transitions in Binary Bose-Einstein Condensates***
Department of Mathematics and Statistics, San Diego State University, USA, 3 May 2012
- 20) ***Geometric Resonances in Bose-Einstein Condensates with two- and three-body Interactions***
Invited talk at the Symposium Nonlinear Dynamics – Milutin Milanković: Multidisciplinary and Interdisciplinary Applications (SNDMIA 2012), 1-5 October 2012, Belgrade
- 21) ***Numerical Study of Ultracold Quantum Gases: Formation of Faraday Patterns, Geometric Resonances, and Fragmentation***
Invited talk at the HP-SEE User Forum, 17-19 October 2012, Belgrade
- 22) ***Crash course on Mathematica, 4 talks***
Free University of Berlin, January 2013, Berlin
- 23) ***Nonlinear Excitations in Bose-Einstein Condensates: Parametric and Geometric Resonances***
Technical University of Kaiserslautern, 13 June 2013

- 24) *Faraday waves and miscibility transitions in binary Bose-Einstein Condensates*
Free University of Berlin, 16 June 2013, Berlin
- 25) *Nonlinear Excitations in Bose-Einstein Condensates: Parametric and Geometric Resonances*
Invited talk at the 13th International Balkan Workshop on Applied Physics, 4-6 July 2013, Constanta, Romania
- 26) *Proučavanje dipolnih Bose-Einstein kondenzata u anizotropnim slabim potencijalima sa neuređenošću*
Predavanje po pozivu na konferenciji Dani fizike kondenzovanog stanja materije, 10-12. septembar 2013, Beograd
- 27) *Controlling BEC Properties via Disorder and Driving*
Technical University of Kaiserslautern, 30 January 2014
- 28) *Controlling BEC Properties via Disorder and Driving*
Invited talk at the 14th International Balkan Workshop on Applied Physics, 2-4 July 2014, Constanta, Romania
- 29) *Poziv za invited talk na konferenciji RO-LCG2014, koja će biti održana od 3. do 5. novembra 2014. u institutu NIPNE (IFIN-HH) u Bukureštu, Rumunija*

1.3. Članstva u odborima međunarodnih naučnih konferencija i odborima naučnih društava

- Članstvo u organizacionom odboru konferencije Second Summer School in Modern Mathematical Physics, koja je održana od 1. Do 12. Septembra 2002. godine na Kopaoniku.
- Članstvo u organizacionom odboru konferencije Fifth General Conference of the Balkan Physical Union (BPU-5), koja je održana od 25. do 29. avgusta 2003. godine u Vrnjačkoj Banji. Kandidat je takođe bio urednik zbornika sa ove konferencije, zajedno sa S. Jokićem, I. Milošević i Z. Nikolićem.
- Članstvo u organizacionom odboru konferencije BW2003 Workshop: Mathematical, Theoretical and Phenomenological Challenges Beyond the Standard Model, koja je održana od 29. avgusta do 3. septembra 2003. godine u Vrnjačkoj Banji.
- Kandidat je od 1999. do 2004. godine bio član Komisije za takmičenja Društva fizičara Srbije, kao autor i recenzent zadataka sa učenike srednjih škola.
- Član organizacionog odbora Grid Workshop-a u okviru Advanced School in High Performance and GRID Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 3-14 November 2008
- Član organizacionog odbora 2nd Workshop on High Performance Computing, Institute of Research in Fundamental Sciences (IPM) and Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, 25 January-2 February 2009
- Ko-direktor Advanced Regional Workshop on High Performance and Grid Computing: Towards Enabling e-Science in the Region (zajedno sa Reza Asgari, Stefano Cozzini, Shahin Rouhani), koji pod pokroviteljstvom ICTP, Trieste, Italy, treba da se održi u novembru 2010. godine u Iranu
- *Član organizacionog komiteta XVIII Simpozijuma o fizici kondenzovanog stanja materije – SFKM2011, 18-22. april 2011, Beograd*

- Član programskog komiteta konferencije *ICT Innovations 2011*, 14-16 septembar 2011, Skopje, Makedonija
- Predsednik Odseka za fiziku kondenzovane materije i statističku fiziku Društva fizičara Srbije od 2012. godine
- Član naučnog komiteta konferencije *Knowledge representation and applied models and metadata in computational science KREAM'12*, 4-6 June 2012, Omaha, USA
- Član *International Advisory Committee* konferencije *8th General Conference of Balkan Physical Union*, 5-7 July 2012, Constanta, Romania
- Član *International Advisory Committee* konferencije *9th ISCBPU, International Student Conference of Balkan Physical Union*, 10-13 July 2012, Constanta, Romania
- Član programskog i organizacionog komiteta *Trans-European School on High Energy Physics*, 13-20 July 2012, Petnica, Srbija
- Član programskog komiteta konferencije *ICT Innovations 2012*, 12-15 septembar 2012, Ohrid, Makedonija
- Član programskog komiteta konferencije *HP-SEE User Forum*, 17-19. oktobar 2012, Beograd
- Član naučnog komiteta konferencije *Fifth Romania Tier 2 Federation "Grid, Cloud & High Performance Computing Science" - RO-LCG 2012*, 25-27 October 2012, Cluj-Napoca, Romania
- Član naučnog komiteta *XII Kongresa fizičara Srbije*, 28. april – 2. maj 2013, Vrnjačka Banja, Srbija
- Član naučnog komiteta konferencije *Knowledge representation and applied models and metadata in computational science KREAM'13*, 5-7 June 2013, Barcelona, Spain
- Član *Advisory Committee* konferencije *13th International Balkan Workshop on Applied Physics*, 4-6 July 2013, Constanta, Romania
- Član programskog komiteta konferencije *ICT Innovations 2013*, 12-15 septembar 2013, Ohrid, Makedonija
- Član naučnog komiteta konferencije *6th Romanian Tier 2 Federation "Grid, Cloud & High Performance Computing in Science" - RO-LCG 2013*, 26-28 September 2013, Constanta, Romania
- Član *Advisory Committee* konferencije *14th International Balkan Workshop on Applied Physics*, 2-4 July 2014, Constanta, Romania
- Član naučnog komiteta konferencije *IWSG 2014*, 3-5 June 2014, Trinity College, Dublin, Ireland
- Član programskog komiteta konferencije *ICT Innovations 2014*, 9-12. septembar 2014, Ohrid, Makedonija
- Član *International Advisory Committee* *RO-LCG 2014 "Grid, Cloud & High Performance Computing in Physics Research"*, 3-5 November 2014, Bucharest, Romania
- Co-Chair konferencije *XIX Simpozijum o fizici kondenzovanog stanja materije – SFKM2015*, planiran za jun ili septembar 2015. godine, Beograd, Srbija
- Član naučnog komiteta konferencije *Photonica 2015*, planirane za septembar 2015. godine, Beograd, Srbija

1.4. Članstva u uređivačkim odborima časopisa, uređivanje monografija, recenzije naučnih radova i projekata

- Kandidat je bio jedan od recenzenata radova za konferenciju Fifth General Conference of the Balkan Physical Union (BPU-5), koja je održana od 25. do 29. avgusta 2003. godine u Vrnjačkoj Banji.
- Kandidat je jedan od recenzenata u časopisu *Future Generation Computer Systems*, u izdanju Elsevier-a.
- Kandidat je jedan od recenzenata u časopisu *Physical Review B*, u izdanju APS
- Kandidat je jedan od recenzenata u časopisu *Physical Review E*, u izdanju APS
- Kandidat je jedan od recenzenata u časopisu *Physical Review A*, u izdanju APS**
- Kandidat je jedan od recenzenata u časopisu *Physical Review Letters*, u izdanju APS**
- Kandidat je jedan od recenzenata u časopisu *Physics Letters A*, u izdanju Elsevier**
- Kandidat je bio jedan od recenzenata radova za konferencije:**
 - *ICT Innovations 2011, 14-16 septembar 2011, Skopje, Makedonija*
 - *ICT Innovations 2012, 12-15 septembar 2012, Ohrid, Makedonija*
 - *Photonica 2013, 26-30 August 2013, Belgrade, Serbia*
 - *ICT Innovations 2013, 12-15 septembar 2013, Ohrid, Makedonija*
 - *IWSG 2014, 3-5 June 2014, Trinity College, Dublin, Ireland*
 - *ICT Innovations 2014, 9-12. septembar 2014, Ohrid, Makedonija*
- Kandidat je bio recenzent projekata za European Research Council (ERC)**
- Kandidat je bio recenzent projekata za francusku nacionalnu agenciju za istraživanje ANR (Agence nationale de la recherche)**

2. Angažovanost u razvoju uslova za naučni rad, obrazovanju i formiranju naučnih kadrova

2.1. Doprinos razvoju nauke u zemlji

Dr Antun Balaž je učestvovao i na ključan način pomogao u formiranju Laboratorije za primenu računara u nauci Instituta za fiziku 2004. godine. Ova laboratorija je nakon toga postala nosilac istraživanja u okviru projekta osnovnih istraživanja Ministarstva nauke OI141035 (2006-2010), kao i evropski centar izvrsnosti za numeričko modeliranje kompleksnih sistema (CX-CMCS, 2006-2009), **a u poslednjem projektnom ciklusu laboratorija je nosilac projekta ON171017, koji je najbolje ocenjen od svih projekata osnovnih istraživanja na konkursu za projekte tokom 2010. godine. Dr Antun Balaž rukovodi jednom od četiri istraživačke teme u okviru projekta ON171017.** Svojim atraktivnim istraživačkim programom laboratorija je privukla veliki broj mladih istraživača-doktoranata koji su sada angažovani u laboratoriji. Kandidat je takođe aktivno učestvovao u obezbeđivanju sredstava za opremanje laboratorije računarskim resursima visokih performansi iz Nacionalnog investicionog plana Republike Srbije, **a u poslednjem projektnom ciklusu laboratoriji je odobrena kupovina novog računarskog klastera u vrednosti od 700 hiljada evra. Dr Antun Balaž je bio odgovoran za nabavku**

ove kapitalne opreme, kao i za njenu instalaciju i konfiguraciju. Klaster PARADOX-IV je uspešno testiran i pušten u rad na proleće 2014. godine.

Svojim angažovanjem dr Antun Balaž je takođe dao značajan doprinos formiranju **EU centra izvrsnosti** *Centre of Excellence for Computer Modelling of Complex Systems (CX-CMCS)*, koji se finansira od strane Evropske komisije u okviru Okvirnog programa 6 (FP6) u periodu od 2006. do 2009. godine. *Kroz veoma široku međunarodnu saradnju i brojne projekte iz Okvirnog programa 6 i 7, dr Antun Balaž je obezbedio dodatno finansiranje za rad Laboratorije za primenu računara u nauci, kao i za rad Instituta za fiziku, za šta je nagrađen od strane Instituta 2012. i 2013. godine (Godišnja nagrada za finansijski doprinos).*

Dr Anun Balaž je dao značajan doprinos u formiranju nacionalne Grid infrastrukture AEGIS (Akademska i obrazovna Grid inicijativa Srbije), koja okuplja preko 30 institucija iz Srbije, i koja obezbeđuje računarske resurse za istraživače koji u svom radu koriste masivne numeričke simulacije. Dr Balaž koordiniše rad AEGIS-a i nacionalne infrastrukture u koju je uključeno 7 klastera širom Srbije.

U maju 2014. godine dr Antun Balaž je imenovan za rukovodioca Laboratorije za primenu računara u nauci Instituta za fiziku, koja je akreditovana za nacionalni Centar izuzetnih vrednosti za izučavanje kompleksnih sistema. Naučni rezultati kandidata, njegov rad na razvoju infrastrukture i međunarodne saradnje su na ključan način pomogli u izrastanju Laboratorije za primenu računara u nauci od male, tročlane grupe u nacionalni centar izuzetnih vrednosti sa preko 30 saradnika.

U svom istraživačkom radu, dr Antun Balaž je uveo novi metod za računanje funkcionalnih integrala i očekivanih vrednosti za opštu nerelativističku višečestičnu kvantnu teoriju. Pored izvođenja diskretizovanih efektivnih dejstava koja omogućavaju da analitički bolje razumemo suštinu funkcionalnog formalizma, na taj način je u numeričkom smislu dobijeno suštinsko ubrzanje Monte Karlo algoritma za računanje funkcionalnih integrala. Konvergenција numerički izračunatih funkcionalnih integrala korišćenjem izvedenih efektivnih dejstava nivoa p je sistematski ubrzana sa $1/N$ na $1/N^p$, gde je N broj vremenskih koraka, a p je prirodan broj koji nije suštinski ograničen i zavisi od broja članova u razvoju koji je uzet u obzir prilikom analitičkog izvođenja. Za jednočestične teorije izvedena su diskretizovana efektivna dejstva do nivoa $p=35$, a za opšte višečestične teorije do nivoa $p=10$. Izvedena procedura daje zatvorene analitičke oblike diskretizovanih efektivnih dejstava u slučaju opšte kvantne teorije. U slučaju polinomijalnih interakcija, navedena analitička procedura se bitno pojednostavljuje, što je omogućilo izvođenje efektivnih dejstava do nivoa $p=144$.

Paralelno sa razvojem novog metoda i značajnim doprinosima koji su opisani gore, dr Antun Balaž je otvorio i novu istraživačku temu vezanu za analitičko i numeričko proučavanje ultrahladnih kvantnih gasova i Boze-Ajnštajn kondenzacije. Uspostavio je naučnu saradnju sa nekoliko istraživačkih grupa u svetu (dr Axela Pelstera sa Technical University of Kaiserslautern u Nemačkoj, dr Alexandru Nicolin sa NIPNE instituta u Bukureštu, Rumunija, dr Sadhan Adhikari sa University of Sao Paulo u Brazilu, itd.) sa kojima radi na ovim problemima. Saradnja sa Nemačkom je podržana i kroz seriju bilateralnih projekata (PI-BEC 2009-2010, NAD-BEC 2011-2012, NAI-DBEC 2013-2014). U okviru bogate naučne saradnje, kandidat je razvio i nekoliko paralelnih numeričkih algoritama i kodova za proučavanje Boze-Ajnštajn-

kondenzovanih sistema. Ove kodove koristi više istraživačkih grupa, a mogu se primeniti i na druge fizičke sisteme (npr. nelinearna optika, primene u kvantnoj mehanici).

Otvaranje ovog novog istraživačkog pravca predstavlja značajan iskorak i sada predstavlja glavnu temu naučnog rada kandidata, kao i njegovih studenata. U okviru ove teme su već odbranjene dve master teze i dve doktorske teze, a u toku je rad na tezama još nekoliko studenata doktorskih studija.

2.2. Mentorstvo pri izradi magistarskih i doktorskih radova, rukovođenje specijalističkim radovima

Dr Antun Balaž je bio mentor za diplomski rad Nede Švraka na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu i za diplomski rad Marine Radulaški na Računarskom fakultetu Univerziteta Union. Takođe je učestvovao i rukovodio u izradi pojedinih delova diplomskih radova Danice Stojiljković i Jelene Grujić. **Bio je mentor i za master radove Branka Nikolića (2012) na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu i Milice Cvetković (2013) na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.**

Takođe je bio mentor za doktorsku tezu dr Ivane Vidanović koja je odbranjena u decembru 2011. godine na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, kao i ko-mentor za doktorsku tezu dr Hamida Al-Jibbouri-ja, koja je odbranjena u oktobru 2013. godine na Fizičkom fakultetu Slobodnog univerziteta u Berlinu (Free University of Berlin) u Nemačkoj.

Trenutno je mentor Vladimiru Slavniću na doktorskim studijama na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Dušanu Vudragoviću i Vladimiru Veljiću na doktorskim studijama na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, kao i ko-mentor Bogdanu Satariću na doktorskim studijama Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu i Vladimiru Lončaru na doktorskim studijama na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu.

2.3. Pedagoški rad

Kandidat je veoma aktivan u pedagoškom radu i formiranju naučnog podmlatka. Njegove najvažnije aktivnosti u formiranju naučnog podmlatka se mogu sumirati na sledeći način:

- Od 1994. godine je saradnik u Istraživačkoj stanici u Petnici i mentor za mnogobrojne radove iz fizike srednjoškolaca-polaznika programa u Petnici
- Mentor mnogobrojnih maturalnih radova iz fizike u Matematičkoj gimnaziji u Beogradu
- Od 1999. do 2004. godine kandidat je bio član Komisije za takmičenja iz fizike učenika srednjih škola Društva fizičara Srbije, kao autor i recenzent zadataka i učesnik komisija za pregled zadataka na mnogobrojnim republičkim i državnim takmičenja u ovom periodu

- U ime Društva fizičara Srbije je predvodio tim učenika iz Srbije na međunarodnim olimpijadama iz fizike za učenike srednjih škola 2002. godine u Indoneziji i 2003. godine na Tajvanu
- U ime Društva fizičara Srbije je predvodio tim učenika iz Srbije na međunarodnoj olimpijadi iz fizike za učenike osnovnih škola (International Young Physics Ambassadors Symposium) 2005. godine.
- Kandidat je od 2004. do 2006. godine bio jedan od urednika (urednik Internet izdanja) časopisa “Mladi fizičar” koji izdaje Društvo fizičara Srbije. U ovom časopisu je uređivao rubriku *Odgovaranje* i napisao brojne naučno-popularne članke.
- U školskoj 2002/2003 godini je radio kao asistent za predmet Kvantna elektrodinamika na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu
- U školskoj 2002/2003 godini je radio kao asistent za predmet Kvantna teorija polja na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu
- U školskim godinama 2002/2003, 2003/2004 i 2004/2005 godini je radio kao asistent za predmet Teorija elementarnih čestica na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu
- Kao asistent je uveo domaće zadatke kao sastavni deo nastavnog procesa koji studentima donosi bodove i utiče na ocenu na završnom ispitu. Takođe, napisao je zbirku zadataka koja se interno koristi za predmet Teorija elementarnih čestica.
- Od 2003. do 2006. godine je radio kao predavač za predmete Kvantitativni metodi i verovatnoća i statistika u finansijama na međunarodnim posle diplomskim studijama u organizaciji Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i South European Center for Contemporary Finance.
- Od 2009. godine dr Antun Balaž ima zvanje docenta na Departmanu za fiziku Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, i od zimskog semestra angažovan je u nastavi na osnovnim i master studijama fizike (predmeti Uvod u teoriju polja i Ekonomska fizika), kao i na doktorskim studijama fizike (predmet Numerički metodi u fizici kondenzovanog stanja).
- Krajem 2009. godine kandidat je, na poziv iz Wolfram Research, kompanije koja razvija program Mathematica, pripremio nekoliko Mathematica demonstracija, koje ilustruju primenu metoda efektivnih dejstava. Ove demonstracije su dostupne on-line u okviru Wolfram Demonstrations Project na Mathematica web sajtu.
- ***Od sledeće školske godine dr Antun Balaž će biti angažovan na doktorskim studijama Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na predmetima Kvantne tečnosti i Numerički metodi.***

2.4. Međunarodna saradnja

Kandidat je učestvovao na brojnim međunarodnim projektima, na kojima je i rukovodio pojedinim aktivnostima, ***a takođe je inicirao i razvio saradnju sa nekoliko istraživačkih grupa iz Nemačke, Rumunije, Brazila i Indije.*** Pored toga, razvio je trajnu saradnju sa International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy i učestvuje u organizaciji naučnih skupova koji se održavaju u ICTP ili su ko-organizovani od strane ICTP.

- Od 2004. do 2006. godine učestvovao je u EU FP6 projektu SEE-GRID (South Eastern European GRid-Enabled eInfrastructure Development), čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET).
- Od 2006. do 2008. godine učestvovao je u EU FP6 projektu SEE-GRID-2 (South Eastern European GRid-Enabled eInfrastructure Development 2) , čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET). U okviru projekta rukovodio je aktivnošću WP3 (Grid operations).
- Od 2006. do 2008. godine učestvovao je u EU FP6 projektu EGEE-II (Enabling Grids for E-science-II), čiji je koordinator CERN. U okviru projekta je koordinirao Grid operacije za Srbiju i učestvovao kao regionalni koordinator u timu za jugoistočnu Evropu (South Easter Europe Regional Operations Center)
- Od 2008. do 2010. godine učestvuje u EU FP7 projektu EGEE-III (Enabling Grids for E-science-III), čiji je koordinator CERN. U okviru projekta koordinira Grid operacije za Srbiju i učestvuje kao regionalni koordinator u timu za jugoistočnu Evropu (South Easter Europe Regional Operations Center)
- Od 2008. do 2010. godine učestvuje u EU FP7 projektu SEE-GRID-SCI (SEE-GRID eInfrastructure for regional eScience), čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET). U okviru projekta rukovodi aktivnošću SA1 (Grid operations).
- Od 2006. do 2009. godine učestvuje u EU FP6 projektu CX-CMCS (Centre of Excellence for Computational Modeling of Complex Systems), čiji je koordinator Laboratorija za primenu računara u fizici Instituta za fiziku.
- Od 2008. do 2010. godine učestvuje u EU LLP projektu LA@CERN (Learning with ATLAS@CERN), čiji je koordinator University of Athens.
- Od 2009. do 2010. godine učestvuje u srpsko-nemačkom bilateralnom projektu PI-BEC (Ubrzana konvergencija funkcionalnih integrala i primena na Boze-Ajnštajn kondenzaciju).
- ***Organizovao je (kao Co-Director) Advanced School on High Performance and Grid Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 11-22 April 2011, Trieste***
- ***Organizovao je (kao Co-Director) Advanced School on Scientific Software Development: Concepts and Tools, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 20 February-2 March 2012, Trieste***
- ***Od 2011. do 2012. godine učestvuje u i rukovodi srpsko-nemačkim bilateralnim projektom NAD-BEC (Numeričko i analitičko proučavanje gasa ultrahladnih bozona u neuređenim potencijalima).***
- ***Od 2010. do 2013. godine učestvuje u EU FP7 projektu HP-SEE (High-Performance Computing Infrastructure for South East Europe's Research Communities), čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET). U okviru projekta rukovodio je aktivnošću WP3 (Training and Dissemination).***
- ***Od 2010. do 2013. godine učestvuje u EU FP7 projektu PRACE-1P (Partnership for Advanced Computing in Europe -First Implementation Phase Project), čiji je koordinator nemački Centar za superkompjuting Gaus. U okviru projekta rukovodio je radom srpskog tima***
- ***Od 2011. do 2013. godine učestvuje u EU FP7 projektu PRACE-2P (Partnership for Advanced Computing in Europe -Second Implementation Phase Project), čiji je koordinator nemački Centar za superkompjuting Gaus. U okviru projekta rukovodio radom srpskog tima.***

- *Od 2010. do 2014. godine učestvuje u EU FP7 projektu EGI-InSPIRE (Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe), čiji je koordinator European Grid Initiative (EGI). U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2012. do 2014. godine učestvuje u EU FP7 projektu agINFRA A data infrastructure to support agricultural scientific communities Promoting data sharing and development of trust in agricultural sciences), čiji je koordinator University of Alcalá, Spain. U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2012. do 2014. godine učestvuje u EU FP7 projektu PRACE-3P (Partnership for Advanced Computing in Europe -Third Implementation Phase Project), čiji je koordinator nemački Centar za superkompjuting Gaus. U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2012. do 2015. godine učestvuje u EU FP7 projektu SemaGrow (Data Intensive Techniques to Boost the Real-Time Performance of Global Agricultural Data Infrastructures), čiji je koordinator University of Alcalá, Spain. U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2013. do 2014. godine učestvuje u i rukovodi srpsko-nemačkim bilateralnim projektom NAI-DBEC (Numeričko i analitičko proučavanje Boze-Ajnštajn kondenzata sa dipolnom interakcijom).*

Studijske posete inostranim naučnim institucijama i učešće u organizaciji naučnih skupova:

- Koorganizator i predavač na Grid Workshop, organizovanom kao deo Advanced School in High Performance and GRID Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 3-14 November 2008
- Koorganizator 2nd Workshop on High Performance Computing, Institute of Research in Fundamental Sciences (IPM) and Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, 25 January-2 February 2009. Ovaj skup je organizovan u saradnji International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy
- U novembru 2007. i januaru 2008. godine kandidat je bio u studijskoj poseti University of Duisburg-Essen, na poziv dr Axela Pelstera.
- U february i julu 2009. godine kandidat je bio u poseti Free University of Berlin u Nemačkoj u okviru bilateralnog projekta PI-BEC.
- U novembru 2009. godine kandidat je bio u poseti Potsdam University u Nemačkoj u okviru bilateralnog projekta PI-BEC.
- *Regularne posete Free University of Berlin i Technical University of Kaiserslautern u Nemačkoj*
- *Poseta Rice University, Houston; Washnigton State University, Pullman; San Diego State University, San Diego, USA u aprilu i maju 2012. godine*
- *Dvomesetni boravak u Institute for Advanced Study (Hanse-Wissenschaftskolleg Fellowship), Delmenhorst, Germany (December 2012 – January 2013)*

2.5. Organizacija naučnih skupova

- Članstvo u organizacionom odboru konferencije Second Summer School in Modern Mathematical Physics, koja je održana od 1. Do 12. Septembra 2002. godine na Kopaoniku.
- Članstvo u organizacionom odboru konferencije Fifth General Conference of the Balkan Physical Union (BPU-5), koja je održana od 25. do 29. avgusta 2003. godine u Vrnjačkoj Banji.
- Članstvo u organizacionom odboru konferencije BW2003 Workshop: Mathematical, Theoretical and Phenomenological Challenges Beyond the Standard Model, koja je održana od 29. avgusta do 3. septembra 2003. godine u Vrnjačkoj Banji.
- Član organizacionog odbora Grid Workshop-a u okviru Advanced School in High Performance and GRID Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 3-14 November 2008
- Član organizacionog odbora 2nd Workshop on High Performance Computing, Institute of Research in Fundamental Sciences (IPM) and Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, 25 January-2 February 2009
- Član organizacionog odbora Grid Workshop-a u okviru Advanced School in High Performance and GRID Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, 30 November-11 December 2009
- Ko-direktor Advanced Regional Workshop on High Performance and Grid Computing: Towards Enabling e-Science in the Region (zajedno sa Reza Asgari, Stefano Cozzini, Shahin Rouhani), koji pod pokroviteljstvom ICTP, Trieste, Italy, treba da se održi u novembru 2010. godine u Iranu
- ***Organizovao je (kao Co-Director) Advanced School on High Performance and Grid Computing, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 11-22 April 2011, Trieste***
- ***Član organizacionog komiteta XVIII Simpozijuma o fizici kondenzovanog stanja materije – SFKM2011, 18-22. april 2011, Beograd***
- ***Organizovao je (kao Co-Director) Advanced School on Scientific Software Development: Concepts and Tools, International Centre for Theoretical Physics (ICTP), 20 February-2 March 2012, Trieste***
- ***Co-Chair konferencije XIX Simpozijum o fizici kondenzovanog stanja materije – SFKM2015, planiran za jun ili septembar 2015. godine, Beograd, Srbija***

3. Organizacija naučnog rada

3.1 Rukovođenje naučnim projektima, potprojektima i zadacima

Dr Antun Balaž je rukovodio sledećim aktivnostima u okviru međunarodnih projekata:

- Od 2006. do 2008. godine učestvovao je u EU FP6 projektu SEE-GRID-2 (South Eastern European GRid-Enabled eInfrastructure Development 2) , čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET). U okviru projekta rukovodio je aktivnošću WP3 (Grid operations).

- Od 2008. do 2010. godine učestvuje u EU FP7 projektu SEE-GRID-SCI (SEE-GRID eInfrastructure for regional eScience), čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET). U okviru projekta rukovodi aktivnošću SA1 (Grid operations).
- *Od 2011. godine učestvuje u projektu osnovnih istraživanja ON171017 Modeliranje i numeričke simulacije složenih višestručnih sistema, u okviru koga rukovodi jednom od četiri projektne teme.*
- *Od 2011. do 2012. godine učestvuje u i rukovodi srpsko-nemačkim bilateralnim projektom NAD-BEC (Numeričko i analitičko proučavanje gasa ultrahladnih bozona u neuređenim potencijalima).*
- *Od 2010. do 2013. godine učestvuje u EU FP7 projektu HP-SEE (High-Performance Computing Infrastructure for South East Europe's Research Communities), čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET). U okviru projekta rukovodio je aktivnošću WP3 (Training and Dissemination).*
- *Od 2010. do 2013. godine učestvuje u EU FP7 projektu PRACE-1P (Partnership for Advanced Computing in Europe -First Implementation Phase Project), čiji je koordinator nemački Centar za superkompjuting Gaus. U okviru projekta rukovodio je radom srpskog tima*
- *Od 2011. do 2013. godine učestvuje u EU FP7 projektu PRACE-2P (Partnership for Advanced Computing in Europe -Second Implementation Phase Project), čiji je koordinator nemački Centar za superkompjuting Gaus. U okviru projekta rukovodio radom srpskog tima.*
- *Od 2010. do 2014. godine učestvuje u EU FP7 projektu EGI-InSPIRE (Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe), čiji je koordinator European Grid Initiative (EGI). U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2012. do 2014. godine učestvuje u EU FP7 projektu agINFRA A data infrastructure to support agricultural scientific communities Promoting data sharing and development of trust in agricultural sciences), čiji je koordinator University of Alcalá, Spain. U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2012. do 2014. godine učestvuje u EU FP7 projektu PRACE-3P (Partnership for Advanced Computing in Europe -Third Implementation Phase Project), čiji je koordinator nemački Centar za superkompjuting Gaus. U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2012. do 2015. godine učestvuje u EU FP7 projektu SemaGrow (Data Intensive Techniques to Boost the Real-Time Performance of Global Agricultural Data Infrastructures), čiji je koordinator University of Alcalá, Spain. U okviru projekta rukovodi radom srpskog tima.*
- *Od 2013. do 2014. godine učestvuje u i rukovodi srpsko-nemačkim bilateralnim projektom NAI-DBEC (Numeričko i analitičko proučavanje Boze-Ajnštajn kondenzata sa dipolnom interakcijom).*

Kandidat je učestvovao/učestvuje u sledećim projektima Ministarstva nauke Republike Srbije:

- Od 1997. do 2005. godine, projekat “Osnovni i metodološki problemi fizike”, potprojekat “Čestice i polja”.

- Od 2006. godine pa nadalje, projekat OI141035, “Modeliranje i numeričke simulacije kompleksnih sistema u fizici”, rukovodilac dr Aleksandar Belić.
- Od 2009. do 2010. godine, bilateralni srpsko-nemački projekat “Ubrzana konvergencija funkcionalnih integrala i primena na Boze-Ajnštajn kondenzaciju”, rukovodilac dr Aleksandar Bogojević.
- *Od 2011. godine učestvuje u projektu osnovnih istraživanja ON171017 Modeliranje i numeričke simulacije složenih višečestičnih sistema, u okviru koga rukovodi jednom od četiri projektne teme.*
- *Od 2011. do 2012. godine učestvuje u i rukovodi srpsko-nemačkim bilateralnim projektom NAD-BEC (Numeričko i analitičko proučavanje gasa ultrahladnih bozona u neuređenim potencijalima).*
- *Od 2013. do 2014. godine učestvuje u i rukovodi srpsko-nemačkim bilateralnim projektom NAI-DBEC (Numeričko i analitičko proučavanje Boze-Ajnštajn kondenzata sa dipolnom interakcijom).*

Takođe, dr Antun Balaž je učestvovao/učestvuje u realizaciji sledećih međunarodnih projekata:

- Od 2004. do 2006. godine učestvovao je u EU FP6 projektu SEE-GRID (South Eastern European GRid-Enabled eInfrastructure Development), čiji je koordinator grčka akademska mreža (GRNET).
- Od 2006. do 2008. godine učestvovao je u EU FP6 projektu EGEE-II (Enabling Grids for E-science-II), čiji je koordinator CERN. U okviru projekta je koordinirao Grid operacije za Srbiju i učestvovao kao regionalni koordinator u timu za jugoistočnu Evropu (South Easter Europe Regional Operations Center)
- Od 2008. do 2010. godine učestvuje u EU FP7 projektu EGEE-III (Enabling Grids for E-science-III), čiji je koordinator CERN. U okviru projekta koordinira Grid operacije za Srbiju i učestvuje kao regionalni koordinator u timu za jugoistočnu Evropu (South Easter Europe Regional Operations Center)
- Od 2006. do 2009. godine učestvuje u EU FP6 projektu CX-CMCS (Centre of Excellence for Computational Modeling of Complex Systems), čiji je koordinator Laboratorija za primenu računara u fizici Instituta za fiziku.
- Od 2008. do 2010. godine učestvuje u EU LLP projektu LA@CERN (Learning with ATLAS@CERN), čiji je koordinator University of Athens.

3.2 Rukovođenje naučnim institucijama

- *Kandidat je trenutno član Upravnog odbora Astronomske opservatorije u Beogradu*
- *Kandidat je rukovodilac Laboratorije za primenu računara u nauci Instituta za fiziku, koja je akreditovana kao nacionalni Centar izuzetnih vrednosti za izučavanje kompleksnih sistema*

4. Kvalitet naučnih rezultata

Kandidat je do sada u svom naučnom radu objavio ukupno **34 rada** u međunarodnim časopisima sa ISI liste, od čega **24 kategorije M21** (vrhunski međunarodni časopisi), **1 kategorije M22** (istaknuti međunarodni časopisi) i **9 kategorije M23** (međunarodni časopisi). U vodećim časopisima nacionalnog značaja kandidat je objavio 9 radova kategorije M51. Takođe je objavio 6 radova kategorije monografska studija/poglavlje u knjizi M11 ili rad u tematskom zborniku vodećeg međunarodnog značaja (M13). Dr Antun Balaž na međunarodnim skupovima ima 3 predavanja po pozivu štampana u izvodu (M32), 13 saopštenja kategorije M33 (štampanih u celini) i 25 saopštenja kategorije M34 (štampanih u izvodima), a na nacionalnim skupovima ima 17 saopštenja kategorije M63 (štampanih u celini) i 1 saopštenje kategorije M64 (štampano u izvodu).

Nakon prethodnog izbora u zvanje, kandidat je objavio **13 radova** u međunarodnim časopisima sa ISI liste, od čega **12 kategorije M21** (vrhunski međunarodni časopisi) i **1 kategorije M23** (međunarodni časopisi). U tom periodu je takođe objavio 6 radova kategorije monografska studija/poglavlje u knjizi M11 ili rad u tematskom zborniku vodećeg međunarodnog značaja (M13). Od prethodnog izbora u zvanje, dr Antun Balaž na međunarodnim skupovima ima 3 predavanja po pozivu štampana u izvodu (M32), 2 saopštenja kategorije M33 (štampanih u celini) i 19 saopštenja kategorije M34 (štampanih u izvodima).

4.1 Uticajnost kandidatovih naučnih radova

Većina radova kandidata je objavljena u vrhunskim međunarodnim časopisima kategorije M21: 24 rada kategorije M21 u celokupnom naučnom radu, a nakon prethodnog izbora u zvanje 12 radova kategorije M21. Njihova uticajnost se vidi po kvalitetu časopisa, kao i po citiranosti. Ističemo da su tri najcitiranija rada kandidata (prva dva sa po 25 citata, treći sa 18 citata, sve bez autocitata) objavljena u poslednje tri godine, što pokazuje aktuelnost naučnog rada kandidata, kao i interes istraživača iz oblasti za rezultate kandidata. Uticajnost rada kandidata se vidi i po predavanjima po pozivu koje je održao u prethodnih nekoliko godina, kao i njegovo učešće u programskim i naučnim komitetima nekoliko međunarodnih konferencija.

4.2 Pozitivna citiranost kandidatovih naučnih radova

Prema Web of Science, naučni radovi koje je dr Antun Balaž objavio do sada su **citirani više od 160 puta** u međunarodnim časopisima, ne računajući autocitate. Njegov h faktor iznosi 12.

4.3 Ugled i uticajnost publikacija u kojima su kandidatovi radovi objavljeni

Bitan element za procenu kvaliteta naučnih rezultata kandidata je i kvalitet časopisa u kojima su radovi objavljeni, odnosno njihov impakt faktor, s obzirom da su u pitanju vrhunski časopisi kategorije M21 u oblasti: Physical Review A, Journal of Physics B, Computer Physics Communications, itd.

4.4 Efektivni broj radova i broj radova normiran na osnovu broja koautora

Svi radovi kandidata su sa punom težinom u odnosu na broj koautora.

4.5 Stepen samostalnosti u naučnoistraživačkom radu i uloga u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu

Kod kandidata je izražena samostalnost u naučnom radu i doprinos osnovnim idejama, tj. idejnim rešenjima u skoro svim radovima kandidata. On je pokretač istraživanja vezanih za ultrahladne kvantne gasove i Boze-Ajnštajn kondenzaciju u okviru Laboratorije za primenu računara u nauci Instituta za fiziku, gde je i prvi započeo istraživanje u ovoj oblasti fizike. Kandidat ima izraženu međunarodnu saradnju i sa inostranim saradnicima iz Nemačke, Rumunije, Brazila i Indije je objavio više radova u kojima uvek predstavlja pokretača istraživanja. U istraživanja koja su dovela do ovih radova su intenzivno uključeni i doktoranti iz inostranstva, a kandidat u okviru ove saradnje rukovodi izradom delova njihovih teza.

**Elementi za kvantitativnu ocenu naučnog doprinosa
dr Antuna Balaža za izbor u zvanje naučni savetnik**

Ostvareni rezultati u periodu nakon prethodnog izbora u zvanje

Kategorija	M bodova po radu	Broj radova	Ukupno M bodova
M13	6	6	36
M21	8	12	96
M23	3	1	3
M32	1.5	3	4.5
M33	1	2	2
M34	0.5	19	9.5

Poređenje sa minimalnim kvantitativnim uslovima za izbor u zvanje naučni savetnik

Minimalan broj M bodova		Ostvareno
Ukupno	65	151
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42 +M51	50	141.5
M11+M12+M21+M22+M23+M24+M31+M32	35	103.5

Prema Web od Science bazi, radovi dr Antuna Balaža su citirani **161 put** (bez autocitata).
Njegov h faktor iznosi **12**.

ZAKLJUČAK

Imajući u vidu izuzetno visoku vrednost i originalnost naučnih radova dr Antuna Balaža, kao i njegove značajne doprinose organizaciji naučnog rada, međunarodnoj saradnji i pedagoškom radu, mišljenja smo da je kandidat dostigao visoku istraživačku zrelost i kompetentnost. Na osnovu podataka iz izveštaja vidi se da je on višestruko zadovoljio sve kvantitativne i kvalitativne uslove za izbor u zvanje naučni savetnik koji su propisani pravilnikom Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

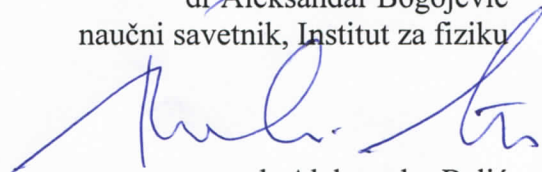
Zbog toga nam je zadovoljstvo da predložimo Naučnom veću Instituta za fiziku da donese odluku o prihvatanju predloga za izbor dr Antuna Balaža u zvanje naučni savetnik.

U Beogradu, 16. jula 2014. godine

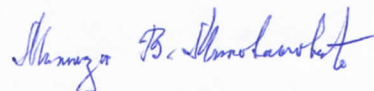
Članovi komisije:



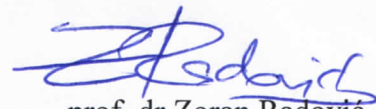
dr Aleksandar Bogojević
naučni savetnik, Institut za fiziku



dr Aleksandar Belić
naučni savetnik, Institut za fiziku



dr Milica Milovanović
naučni savetnik, Institut za fiziku



prof. dr Zoran Radović
redovni profesor Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu
dopisni član SANU