

На седници Научног већа Института за физику одржаној 22. 7. 2015. године одређени смо у комисију за избор др Јакше Вучичевића у звање научни сарадник. Научном већу Института за физику подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци

Јакша Вучичевић је рођен 30. 5. 1984. године у Београду. Након завршене основне школе и IX Београдске гиманзије, уписао је основне студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Примењена физика и информатика. Дипломирао је 2009. године са просечном оценом 9.06. Дипломски рад под називом „Утицај асиметрије густине стања на особине Мотовог метал-изолатор прелаза” урадио је у Лабораторији за примену рачунара у науци у Институту за физику у Београду под руководством др Дарка Танасковића.

Докторске студије на смеру „Физика кондензованог стања материје” Јакша Вучичевић је започео 2009. године под менторством др Дарка Танасковића. Од 2009. до краја 2010. године је био ангажован у Лабораторији за примену рачунара у науци као стипендиста Министарства просвете науке и технолошког развоја на пројекту основних истраживања „Моделовање и нумеричке симулације комплексних физичких система” ОН141035. Од 1. 1. 2011. Јакша Вучичевић је запослен у Институту за физику као истраживач сарадник на пројектима ОН171017: „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система” и ИИИ45018: „Наноструктурни мултифункционални материјали и нанокompозити”. Поред поменутих пројеката, Јакша Вучичевић је био ангажован и на билатералним пројектима са истраживачима из Француске.

Јакша Вучичевић је своје знање значајно проширио учешћем на неколико престижних научних школа у Јулиху (Немачка), Лез Ушу (Француска) и Трсту (Италија), као и на тронедељном студијском боравку на Институту за физику при Кинеској академији наука у Пекингу, Кина, 2014. године. Своје научне резултате је презентовао на конференцијама у Београду, Порторожу (Словенија), Похангу (Јужна Кореја), Мајнцу (Немачка), као и на семинарима које је одржао у Пекингу, Паризу и Љубљани. Међу бројним међународних контактима, посебно се издваја сарадња са Проф. Владимиром Добросављевићем са Државног универзитета Флориде.

Дана 10. јула 2015. године, Јакша Вучичевић је одбранио докторску дисертацију под називом Signatures of Hidden Quantum Criticality in the High-temperature Charge Transport Near the Mott Transition (Показатељи скривене квантне критичности у високо-температурном транспорту наелектрисања у близини Мотовог прелаза), на Физичком факултету Универзитета у Београду. У досадашњем раду Јакша Вучичевић је објавио 4 рада у врхунским међународним часописима M21, 2 у Physical Review Letters и 2 у Physical Review B.

2. Преглед постигнутих научних резултата

Научно-истраживачки рад др Јакше Вучичевића је у области теоријске физике кондензоване материје. За време докторских студија у Београду (2009-2015) кандидат је проучавао транспортне особина у близини Мотовог метал-изолатор прелаза из перспективе квантних фазних прелаза [A1,A2,A4]. Поред тога, Јакша Вучичевић је радио на више других тема, од којих се посебно истиче рад о суперпроводном спаривању на двослоју хексагоналне решетке [A3]. Докторирао је на теми “Signatures of Hidden Quantum Criticality in the High-temperature Charge Transport Near the Mott Transition” (Показатељи скривене квантне критичности у високо-температурном транспорту наелектрисања у близини Мотовог прелаза), на Физичком факултету Универзитета у Београду, урађеној под руководством др Дарка Танасковића. У досадашњем раду Јакша Вучичевић је објавио 4 рада у врхунским међународним часописима M21, и то 2 рада у Physical Review Letters и 2 рада у Physical Review B који су до сада цитирани 20 пута (без аутоцитата и цитата коаутора).

Мотов метал-изолатор прелаз је једна од најважнијих последица јаких електронских корелација и једна од најактивнијих области истраживања у физици кондензоване материје. И експеримент и теорија јасно указују да је Мотов прелаз фазни прелаз првог реда и да испољава коегзистенцију металне и изолаторске фазе до неке критичне температуре T_c . На најнижим температурама обе фазе често развијају дугодометно уређење - антиферромагнетизам или суперпроводност. Мотов прелаз је квантни ($T=0$) фазни прелаз, али је квантна критична тачка замаскирана регионом коегзистенције и/или уређеном фазом. У радовима [A1,A2,A4] проучаван је транспорт наелектрисања у околини Мотовог прелаза на температурама изнад T_c из перспективе квантне критичности. Коришћена је теорија динамичког средњег поља (Dynamical Mean Field Theory, DMFT) која се користи за проучавање система у којима је присутна јака одбојна међу-електронска интеракција. У оквиру јединственог теоријског оквира, DMFT описује различите транспортне режиме: Фермијеву течност, Мотов изолатор, метал-изолатор прелаз, као и режим постепене деструкције дугоживећих Ландауових квазичестица (режим некохерентног транспорта, односно лошег метала). DMFT даје најбоље предикције на високим температурама, када су просторне корелације мање изражене, што је управо и режим који је од највећег интереса у радовима [A1,A2,A4]. У овим радовима је приказано до сада најдетаљније решење DMFT једначина за полупопуњени и допирани Хабардов модел у широком опсегу тачака на фазном дијаграму. Нумерички резултати су добијени у апроксимацији итеративне пертурбативне теорије и методом квантног Монте Карла у континуалном времену. Показано је да се особине Мотовог метал-изолатор прелаза у високо-температурном режиму између метала и изолатора поклапају са особинама које проистичу из претпоставке постојања квантне критичне тачке, упркос фазном прелазу првог реда и региону коегзистенције металне и изолаторске фазе којима је квантна критична тачка замаскирана.

У радовима [A2,A4] је са високом резолуцијом израчуната проводност широм фазног дијаграма за полупопуњени Хабардов модел. Одређена је линија нестабилности $U^*(T)$ у надкритичном делу фазног дијаграма, која открива суштинску поделу између металног и изолаторског понашања и представља продужетак линије фазног прелаза првог реда на надкритичне температуре (изнад критичне тачке (U_c, T_c)). Линија нестабилности је дефинисана минимумом закривљености функционала слободне енергије при задатој температури, а у пракси је одређена праћењем брзине конвергенције решења у DMFT итеративној процедури. Ова линија је јасно дефинисана и за чисто квантни ($T = 0$) фазни прелаз, а у аналогiji са класичним фазним прелазима названа је квантна Видомова линија. Анализирани су и други могући начини за одређивање линије нестабилности, на пример као линије превојних тачака у кривама отпорности. Спроведена је детаљна анализа скалирања резултата за отпорност (како се то иначе чини у случају чисто квантних фазних прелаза) да би се утврдила функција скалирања, са температуром T у

аргументу уместо удаљености од критичне тачке $|T-T_c|$. Утврђено је веома добро скалирање облика $\rho = \rho(U^*(T), T) \Phi[(U-U^*(T))/T^{1/z\nu}]$, које је у међувремену нашло потврду и у експерименталном раду на Мотовим органским изолаторима који су колеге из Јапана објавиле у часопису Nature Physics у фебруару 2015. године.

У раду [A1] проширено је истраживање на допирани Хабардов модел одређивањем тродимензионалног фазног дијаграма у (μ, U, T) простору. Показано је да се температуре коегзистенције фаза T_c и регион коегзистенције драстично смањују са повећањем интеракције U и примењена је анализа скалирања на овај случај. У овом случају хемијски потенцијал μ улази уместо интеракције U у закон скалирања $\rho = \rho(\mu^*(T), T) \Phi[(\mu - \mu^*(T))/T^{1/z\nu}]$. Показано је да је Мотов прелаз повезан са универзалним високо-температурним транспортом, типичним за постојање квантне критичне тачке, што се у допираном случају поклапа са транспортним режимом лошег метала са линеарном отпорношћу у функцији температуре. Крећући од претпоставке о важењу скалирања, изведена је полуаналитичка формула која репродукује и линеарност и нагиб кривих отпорности у високо-температурном делу DMFT фазног дијаграма, уз добро квалитативно слагање са експериментима на познатом једињењу бакар-оксида $La_{2-x}Sr_xCuO_4$.

У раду [A3] ниско-енергијска својства двослоја хексагоналне решетке су описана једним ефективним слојем са додатним хопингом до трећих суседа. Интеракциони ефекти су описани по узору на T-J модел, а Хамилтонијан је решен у апроксимацији средњег поља, са 5 варијационих параметара. Минимизација слободне енергије открива суперпроводну нестабилност различитих симетрија спаривања. Показано је да је суперпроводно спаривање најповољније у случају када је Фермијев ниво у близини ван-Ховеве сингуларности у густини стања. У том случају се суперпроводност $d+id$ типа појављује и при малим вредностима интеракције.

3. Елементи за квалитативну оцену научног доприноса кандидата

1. Показатељи успеха у научном раду

1.1 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања по позиву

Током посета институтима у Пекингу, Паризу и Љубљани, Јакша Вучичевић је одржао следећа предавања:

- *Mott quantum criticality and bad metal behavior*, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 23. 12. 2014.
- *Mott quantum criticality and bad metal behavior*, Collège de France, Paris, France, 20. 2. 2015.
- *Mott quantum criticality and bad metal behavior*, "Jožef Stefan" Institute, Ljubljana, Slovenia, 7. 4. 2015.

2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова

2.1 Међународна сарадња

Јакша Вучичевић је већ током докторских студија остварио бројне међународне контакте. Посебно се издваја сарадња са Проф. Владимиром Добросављевићем са Државног универзитета Флориде, САД, која је довела до заједничких радова [А1,А2,А4]. Јакша Вучичевић је своје знање значајно проширио учешћем на неколико престижних научних школа у Јулиху (Немачка), Лез Ушу (Француска) и Трсту (Италија), као и на тронедељном студијском боравку на Институту за физику при Кинеској академији наука у Пекингу, Кина, 2014. године. Своје научне резултате је презентовао на конференцијама у Београду, Порторожу (Словенија), Похангу (Јужна Кореја), Мајнцу (Немачка), као и на семинарима које је одржао у Пекингу, Паризу и Љубљани.

Кандидат је учествовао у следећим међународним пројектима:

- „*Topological states and phases in low-dimensional electron systems*“, билатерална сарадња са Француском, Универзитет Париз-југ, период 2011-2012. година.
- „*Quantum critical transport near the Mott metal-insulator transition*“, билатерална сарадња са Француском, Универзитет Париз-југ, период 2012-2013. година.

Студијске посете иностраним научним институцијама:

- Тронедељна студијска посета Институту за физику при Кинеској академији наука у Пекингу, 2014. године.

3. Организација научног рада

3.1 Учешће на научним пројектима.

Јакша Вучичевић је од 2009. до краја 2010. године је био ангажован у Лабораторији за примену рачунара у науци као стипендиста Министарства просвете науке и технолошког развоја на пројекту основних истраживања „Моделовање и нумеричке симулације комплексних физичких система” ОН141035. Од 1.1.2011. кандидат је запослен у Институту за физику као истраживач сарадник на пројектима ОН171017: „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система” и ИИИ45018: „Наноструктурни мултифункционални материјали и нанокмозити”.

4. Квалитет научних резултата и цитираност

Јакша Вучичевић је до сада објавио **4 рада** у међународним часописима са ISI листе, **сва 4 у категорији М21** (врхунски међународни часописи). Посебно треба истаћи да су 2 рада објављена у часопису Physical Review Letters, најпрестижнијем часопису из физике.

4.1 Утицајност

Према Science Citation Index-у, научни радови кандидата су **цитирани 20 пута** у међународним часописима (не укључујући самоцитате и цитате коаутора).

4.2 Параметри квалитета часописа

У категорији M21 кандидат је објавио радове у следећим часописима:

2 рада у Physical Review Letters (ИФ=7.728);

2 рада у Physical Review B (ИФ=3.664).

Укупан импакт фактор радова кандидата је 22.784.

4.3 Ефективни број радова и број радова нормиран у односу на број коаутора

Сви радови кандидата су са пуном тежином у односу на број коаутора.

4.4 Допринос кандидата реализацији коауторских радова

Допринос кандидата у објављеним радовима се огледа у нумеричким и аналитичким прорачунима, дискусији резултата и даљих праваца истраживања и писању радова. Радови [A1, A2, A4] су пристекли из рада на докторској дисертацији, а рад [A3] је проистекао из рада на предмету са докторских студија.

4. Испуњеност квантитативних услова за стицање звања научни сарадник

Др Јакша Вучичевић испуњава све услове за стицање звања научни сарадник. Своје научне резултате је досад објавио у 4 рада у часописима са M21 листе врхунских међународних часописа. Према подацима са Web of Science, радови су цитирани укупно 20 пута (не укључујући самоцитате и цитате коаутора). Укупан импакт фактор објављених радова кандидата је 22.784. По класификацији коју је прописало Министарство просвете, науке и технолошког развоја кандидат има 39.2 поена - 4 M21 рада (32 бода), 2 M34 (1 бод) и 1 M64 саопштења (0.2 бода), уз докторску дисертацију M71 (6 бодова). Испуњеност квантитативних услова је приказана у следећој табели:

Остварени резултати у периоду пре избора

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
M21	8	4	32
M34	0.5	2	1
M64	0.2	1	0.2
M71	6	1	6

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник

Минималан број М бодова		Остварено
Укупно	16	39.2
$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42 \geq$	10	32
$M11+M12+M21+M22+M23+M24 \geq$	5	32

5. Закључак и предлог

Имајући у виду квалитет научно-истраживачког рада др Јакше Вучичевића и достигнути степен истраживачке зрелости и компетентности, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да Министарству просвете, науке и технолошког развоја предложи избор др Јакше Вучичевића у звање научни сарадник.

У Београду, 23.07.2015.

Чланови комисије

1. др Дарко Танасковић
виши научни сарадник
Институт за физику у Београду
2. др Ненад Вукмировић
виши научни сарадник
Институт за физику у Београду
3. проф. др Ђорђе Спасојевић
ванредни професор
Физички факултет, Универзитет у Београду