

Научном већу Института за физику

Извештај комисије за избор др Ненада Вукмировића у звање научни саветник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 10. 11. 2015. године именовани смо у комисију за избор др Ненада Вукмировића у звање научни саветник.

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 подносимо овај извештај.

Биографски подаци о кандидату

Ненад Вукмировић је рођен 1980. године у Београду. Завршио је Основну школу “Владислав Рибникар” 1995. године као ђак генерације. Математичку гимназију у Београду је завршио 1999. године.

На Физичком факултету Универзитета у Београду је дипломирао 2003. године на смеру Теоријска и експериментална физика са просеком 10. На Електротехничком факултету је дипломирао 2004. године на смеру Физичка електроника – Оптиелектроника и ласерска техника са просеком 9,80.

Докторске студије на Факултету за електронику и електротехнику Универзитета у Лидсу у Великој Британији започео је у октобру 2004. године. Током докторских студија радио је на проблемима развоја метода за прорачун електронске структуре, оптичких особина и електронског транспорта у квантним тачкама, као и примени тих метода на симулацију оптиелектронских направа. Докторску дисертацију “Physics of intraband quantum dot optoelectronics devices” одбранио је у августу 2007. године.

Од октобра 2007. до октобра 2010. године био је на постдокторском усавршавању у Лоренс Беркли националној лабораторији у Берклију у САД. Притом је радио на развоју метода за симулацију електронске структуре и транспорта у органским полупроводним материјалима и примени тих метода за разумевање процеса у направама као што су соларне ћелије и полимер - литијум јонске батерије.

Од новембра 2010. године је запослен у Лабораторији за примену рачунара у науци у Институту за физику. Област његовог истраживања су електронске особине органских полупроводника и неорганских полупроводничких наноструктура. Руководио је пројектом „Електронски транспорт у органским материјалима“ финансираним за период 2011-2015. из Марија Кири интеграционог програма у оквиру Седмог оквирног програма Европске комисије. Поред тога, ангажован је и на пројекту „Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система“ (ОН171017) Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Аутор је 55 радова у часописима категорије М21 који су цитирани преко 900 пута са h-фактором 20.

Током основне и средње школе освојио је бројне награде на републичким и савезним такмичењима из физике и математике, а на 30. Међународној олимпијади из физике одржаној у јулу 1999. године у Италији освојио је златну медаљу. За научни рад током докторских студија добио је неколико престижних награда на националном и међународном нивоу: IEE Leslie H. Paddle Fellowship (за 2005/2006. и 2006/2007), IEEE Lasers and Electrooptics Society Graduate Student Fellowship (за 2006), као и F. W. Carter награду за најбољу докторску тезу на факултету. Добитник је годишње награде Института за физику за научни рад за 2013. годину.

Активан је и на популаризацији науке. Током основних студија је радио у Математичкој гимназији на припреми ученика за такмичења из физике и као млађи сарадник на семинарима у Петници. У периоду 2004-2006 био је члан редакције часописа Млади физичар. Био је члан Државне комисије за такмичења из физике за средње школе 2011/12 и 2012/13. године и поново је члан за 2015/16. годину.

Преглед научне активности др Ненада Вукмировића

Рад свих електронских и оптоелектронских направа зависи од процеса транспорта наелектрисања кроз материјале од кога су направе сачињене. Да би дошло до открића и дизајна нових типова направа, неопходно је разумети механизме транспорта наелектрисања кроз материјале и развити методе за квантитативни опис ових процеса. Истраживачка интересовања кандидата односе се на теорију и симулације електронске структуре и електронског транспорта у органским полупроводним материјалима и неорганским наноструктурама. Кандидат је заинтересован како за развој метода за опис и прорачун ових особина, тако и за њихову примену на разумевање процеса у реалним направама, као што су ласери, фотодетектори, соларне ћелије, транзистори и полимер - литијум јонске батерије.

Органски полупроводници на бази конјугованих полимера су материјали са великим могућностима примене у соларним ћелијама и другим електронским или оптоелектронским направама, као што су транзистори или ЛЕД диоде. Главна предност ових материјала је да су лако доступни и могу се веома јефтино производити. Зато је изузетно важно разумети електронски транспорт кроз ове материјале, као и њихове оптичке особине. Ипак, ови материјали имају врло сложену структуру - материјали на бази полимера су или аморфни или се састоје од комбинације аморфних и уређених домена, а материјали на бази малих молекула могу да буду у потпуности кристални, али чешће имају поликристалну структуру. На њихове електронске особине могу истовремено да утичу ефекти неуређености, јаке електрон-фонон интеракције, везивања електрона и шупљине у оптички побуђеном материјалу и ефекти нехомогености структуре. Истраживања кандидата су усмерена на разумевање појединачно сваког од ових ефеката, што онда омогућава и боље разумевање особина органских полупроводника у целини. Кратка анализа најзначајнијих радова објављених од претходног избора у звање дата је у наставку.

Ефекти електрон-фонон интеракције на уређене органске полупроводнике

- **N. Vukmirović**, C. Bruder and V. M. Stojanović,
"Electron-Phonon Coupling in Crystalline Organic Semiconductors: Microscopic Evidence for Nonpolaronic Charge Carriers,"
Phys. Rev. Lett. **109**, 126407 (2012).
- N. Prodanović, **N. Vukmirović**, Z. Ikonić, P. Harrison, and D. Indjin,
"Importance of Polaronic Effects for Charge Transport in CdSe Quantum Dot Solids,"
J. Phys. Chem. Lett. **5**, 1335 (2014).

У ова два рада су анализирани ефекти електрон-фонон интеракције у уређеним структурама, као што су органски кристали и низови полупроводничких квантних тачака. У првом раду су рачунати параметри електрон-фонон интеракције у

нафталину, једном од најпознатијих органских полупроводника на бази малих молекула, са циљем да се одреди да ли је електрон-фонон интеракција довољно јака да долази до формирања поларона или не. Прорачун је вршен на бази пертурбационе теорије функционала густине. Да би такав прорачун уопште био могућ, развијен је и нумерички имплементиран метод за интерполацију параметара електрон-фонон интеракције кроз целу Брилуенову зону кристала. Коришћењем тог метода је разјашњена природа носилаца наелектрисања у органским кристалима – показано је да они нису поларонског карактера. У другом раду је најпре развијен метод за рачунање електронског транспорта у периодичном систему са локалном електрон-фонон интеракцијом. Тај метод је примењен на анализу електронског транспорта у тродимензионалним низовима квантних тачака. Показано је да је механизам електронског транспорта у овим системима на бази CdSe квантних тачака прескакање малог поларона са покретљивошћу која опада са порастом температуре. Иако се оваква температурна зависност обично сматра индикацијом зонског транспорта, ови резултати су показали да се исти тип температурне зависности јавља и при транспорту прескакањем малог поларона.

Ефекти статичке неуређености у транспорту кроз органске материјале на бази полимера

- **N. Vukmirović**, C. S. Ponseca Jr., H. Němec, A. Yartsev and V. Sündstrom, "Insights into the Charge Carrier Terahertz Mobility in Polyfluorenes from Large-Scale Atomistic Simulations and Time-Resolved Terahertz Spectroscopy," *J. Phys. Chem. C* **116**, 19665 (2012).
- C. S. Ponseca Jr, H. Němec, **N. Vukmirović**, S. Fusco, E. Wang, M. R. Andersson, P. Chabera, A. Yartsev and V. Sündstrom, "Electron and Hole Contributions to the Terahertz Photoconductivity of a Conjugated Polymer:Fullerene Blend Identified," *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 2242 (2012).
- **N. Vukmirović**, "A Comparative Study of Electronic Properties of Disordered Conjugated Polymers", *Phys. Chem Chem. Phys.* **15**, 3543 (2013).
- V. Janković and **N. Vukmirović**, "Nonequilibrium optical conductivity in materials with localized electronic states," *Phys. Rev. B* **90**, 224201 (2014).

Најпре је развијен метод за рачунање транспорта носилаца под дејством високофреквентног (терахерцног) електромагнетног поља. У првом раду је показано да је такав транспорт термално активиран, али са много мањом енергијом активације него у случају дејства статичког поља. Коришћењем тих резултата, у другом раду је у сарадњи са колегама из Шведске који врше мерења на смешама материјала који се користе у органским соларним ћелијама идентификовано да доминантан допринос одзиву материјала на дејство терахерцног ЕМ поља потиче од шупљина, а да електрони дају знатно мањи допринос. У трећем раду су детаљно испитивани утицаји различитих

ефеката на транспортне особине органских полимера. Идентификовани су главни фактори који утичу на електронску густину стања и електронски транспорт. Показано је да присуство алканских споредних ланаца смањује ефекте статичке неуређености, као и да облик главног ланца значајно утиче на те ефекте. Закључено је и да на енергију активације за транспорт носилаца утиче не само електронска густина стања, већ и типична преклапања електронских стања укључених у транспорт. У четвртом раду је испитивана фреквентна зависност електричне проводности у материјалима са локализованим електронским стањима у неравнотежним условима. Изведена је генерализација Кубоове формуле за овакве системе. Добијена формула има веома једноставан математички облик и изражава неравнотежну проводност искључиво у зависности од популација локализованих стања, њихових положаја и вероватноћа прелаза између тих стања.

Границе између домена унутар органских материјала

- М. Mladenović, N. Vukmirović, and I. Stanković,
"Electronic States at Low-Angle Grain Boundaries in Polycrystalline Naphthalene",
J. Phys. Chem. C **117**, 15741 (2013).
- М. Mladenović and N. Vukmirović,
"Electronic States at the Interface between Crystalline and Amorphous Domains in Conjugated Polymers,"
J. Phys. Chem. C **119**, 23329 (2015).

У овим радовима су испитивана електронска стања која се јављају на границама између домена у органским полупроводницима. У првом раду разматране су границе између домена у кристалним органским полупроводницима. Показано је да се стања унутар енергетског процепца јављају тамо где су два молекула са различитих страна границе на мањем растојању него у идеалном кристалу, при чему се енергија тих стања може директно одредити на основу растојања између молекула. У другом раду анализирани су границе између домена у материјалима на бази конјугованих полимера. Главни закључак је да се на границама не јављају стања замке унутар енергетског процепца, а разлог за то је што је електронска спрега на граници увек слабија него што би била у идеално кристалном полимеру.

Утицај термалне неуређености на електронска стања и електронски транспорт

- М. Mladenović and N. Vukmirović,
"Effects of thermal disorder on the electronic properties of ordered polymers,"
Phys. Chem. Chem. Phys. **16**, 25950 (2014).
- J. Ren, N. Vukmirović, and L.-W. Wang,
"Nonadiabatic molecular dynamics simulation for carrier transport in a pentathiophene butyric acid monolayer",
Phys. Rev. B **87**, 205117 (2013).

На коначној температури у органским материјалима осцилације атома око равнотежног положаја су изражене, тако да је структура која се добија кад се замрзну положаји атома у неком временском тренутку у значајној мери неуређена. Та појава се назива термална (динамичка) неуређеност. У првом раду су анализирани ефекти динамичке неуређености на електронске особине кристалних домена у материјалима на бази органских полимера. Притом је показано да је неуређеност у главним ланцима полимера главни узрок локализације таласних функција, али и да неуређеност у алканским споредним ланцима има значајан утицај на електронску густину стања у материјалу. У другом раду је симулиран електронски транспорт у органском кристалу приступом у коме се кретање решетке третира класичном молекуларном динамиком, док се кретање електрона третира временски зависном Шредингеровом једначином. У оквиру овог приступа закључено је да до преласка електрона са једног адијабатског стања на друго долази при изједначавању енергија ова два стања.

Прегледни рад из електронских процеса у органским полупроводницима

- M. Mladenović and N. Vukmirović,
"Charge Carrier Localization and Transport in Organic Semiconductors: Insights from Atomistic Multiscale Simulations,"
Adv. Funct. Mater **25**, 1915 (2015).

Написан је прегледни рад о примени атомистичких симулација за разумевање електронског транспорта у органским полупроводницима базиран у највећој мери на резултатима истраживања кандидата.

Моделовање полимер-литијум јонских батерија

- M. Wu, X. Xiao, N. Vukmirović, S. Xun, P. K. Das, X. Song, P. Olalde-Velasco, D. Wang, A. Z. Weber, L.-W. Wang, V. S. Battaglia, W. Yang and G. Liu,
"Toward an Ideal Polymer Binder Design for High-Capacity Battery Anodes",
J. Am. Chem. Soc. **135**, 12048 (2013).
- G. Liu, S. Xun, N. Vukmirović, X. Song, P. Olalde-Velasco, H. Zheng, V. S. Battaglia, L.-W. Wang and W. Yang,
"Polymers with Tailored Electronic Structure for High Capacity Lithium Battery Electrodes",
Adv. Mater. **23**, 4679 (2011).

У овим радовима, у сарадњи са колегама из САД, моделована је електронска структура полимера који се примењују у литијумским батеријама и везивање атома литијума за полимер, што је омогућило боље разумевање процеса у њима и развој батерија са побољшаним карактеристикама.

ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА

1. Показатељи успеха у научном раду

1.1. Награде и признања за научни рад

Након избора у претходно звање:

- **Годишња награда за научни рад** Института за физику за 2013. годину.

Прилог: Диплома награде за научни рад.

Пре избора у претходно звање:

- **IEE Leslie H Paddle Fellowship** for *postgraduate research which will further the art, science or practice of electronic or radio engineering* за 2005/2006. и 2006/2007. (једна оваква награда се додељује годишње на нивоу Велике Британије)
- **IEEE Lasers and Electrooptics Society Graduate Student Fellowship** за 2006. (десетак оваквих награда се додељује годишње на светском нивоу).
- **F. W. Carter Prize** за најбољу докторску тезу на School of Electronic and Electrical Engineering, University of Leeds.

1.2. Уводна предавања на конференцијама и друга предавања по позиву

Кандидат је по позиву одржао већи број предавања на међународним конференцијама:

Након избора у претходно звање:

- N. Vukmirović and M. Mladenović, “Simulation Insights into Electronic Properties of Disordered Organic Semiconductors”, The 26th International Conference on Amorphous and Nanocrystalline Semiconductors, Aachen, Germany, 13-18 September 2015.
- N. Vukmirović, “Electron-phonon coupling constants for simulations of electronic transport in organic semiconductors”, CECAM Workshop Electron-vibration coupling: theoretical and numerical challenges, Lausanne, Switzerland, 27-29 May 2015.
- N. Vukmirović, S. Tomić and Ž. Gačević, “Modeling of Nitride Nanostructure Based Classical and Non-Classical Light Emitters”, Nanoscale Quantum Optics Kick-off Workshop, Belgrade, Serbia, 9-10 April 2015.
- N. Vukmirović, “Simulations of Electronic Transport in Disordered Organic Semiconductors”, The 9th International Conference on Computational Physics, Singapore, 7-11 January 2015.
- N. Vukmirović, “Atomistic multiscale simulations of electronic transport in disordered organic materials”, CECAM Workshop on Charge Transport in Organic Materials, Bremen, Germany, 31 March - 4 April 2014.
- N. Vukmirović, V. M. Stojanović, C. Bruder, M. Mladenović and I. Stanković, “Priroda nosilaca naelektrisanja u organskim kristalima”, Dani fizike kondenzovane materije, Beograd, Srbija, 10-12. septembar 2013.

- N. Vukmirović, "Multiscale Simulations of Charge Carrier THz Mobility in Conjugated Polymers", Minisymposium on Time-resolved Terahertz Spectroscopy, 19 September 2012, Lund, Sweden.

Прилози: Позивна писма или списак предавача по позиву.

Пре избора у претходно звање:

- N. Vukmirović, D. Indjin, Z. Ikonić and P. Harrison, "Quantum dots as sources and detectors of mid- and far-infrared radiation: theoretical models", The 2nd International School and Conference on Photonics - Photonica 09, Belgrade, Serbia, 24-28 August 2009.
- N. Vukmirović, D. Indjin, Z. Ikonić, I. Savić, V. D. Jovanović and P. Harrison, "Theory of Quantum Dot Intraband Optoelectronic Devices", XVII Symposium on Condensed Matter Physics, Vršac, Serbia, 16-20 September 2007.

1.3. Чланства у одборима међународних научних конференција и одборима научних друштава

- Ко-председавајући и члан организационог комитета конференције The 19th Symposium on Condensed Matter Physics одржане у Београду од 7-11. септембра 2015. године.
- Члан програмског комитета међународне конференције HP-SEE User Forum, одржане од 17-19. октобра 2012. у Београду.
- Члан Државне комисије за такмичења из физике ученика средњих школа у организацији Министарства просвете у школској 2011/2012, 2012/2013 и опет од 2015/2016. године.

Прилози: Списак чланова комитета са сајта поменутих конференција, списак чланова комисије са сајта такмичења из физике.

1.4. Чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката

- Кандидат је рецензирао два предлога пројеката за COST акције у позиву ОС-2015-1.
- Кандидат је рецензирао предлоге пројеката за коришћење европске суперрачунарске инфраструктуре у научне сврхе у позивима DECI-10, DECI-11 (2013. године) и DECI-12 (2014. године). Притом је рецензирао укупно 8 предлога пројеката.
- Кандидат је рецензент научних радова у многобројним међународним часописима. Списак часописа као и број радова које је рецензирао од претходног избора у звање (у периоду 2011-2015) је следећи:
 - часописи које издаје American Physical Society (APS)
 - Physical Review B (14 радова)
 - Physical Review Letters (11 радова)
 - часописи које издаје Institute of Physics (IoP)
 - Journal of Physics: Condensed Matter (7 радова)
 - Journal of Physics D: Applied Physics (7 радова)
 - Journal of Optics (2 рада)

- Semiconductor Science and Technology (1 рад)
- Nanotechnology (1 рад)
- часописи које издаје American Chemical Society (ACS)
 - Journal of Physical Chemistry A/B/C (5 радова)
 - Journal of American Chemical Society (3 рада)
 - Journal of Physical Chemistry Letters (1 рад)
- часописи које издаје American Institute of Physics (AIP)
 - Journal of Chemical Physics (2 рада)
 - Applied Physics Letters (1 рад)
 - Journal of Applied Physics (1 рад)
- часописи које издаје Elsevier
 - Journal of Luminescence (2 рада)
 - Chemical Physics Letters (1 рад)
 - Physica B (1 рад)
 - Organic Electronics (1 рад)
 - Photonics and Nanostructures: Fundamentals and Applications (1 рад)
- часописи које издаје Royal Society of Chemistry
 - Physical Chemistry Chemical Physics (3 рада)
 - Nanoscale (1 рад)
- часописи које издаје Nature Publishing Group
 - Nature Communications (2 рада)
- часописи које издаје Wiley
 - Advanced Functional Materials (1 рад)
 - International Journal of Quantum Chemistry (1 рад)
- часописи које издаје Springer
 - Journal of Computational Electronics (1 рад)
- часописи које издаје De Gruyter
 - Advanced Optical Technologies (1 рад)
- Open Access online часопис
 - Plos One (1 рад)

Прилози: Електронске поруке којима се потврђује да је кандидат рецензирао COST пројекте, DECI пројекте и захвалнице од издавача APS, IoP и ACS за рецензирање радова.

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

2.1. Допринос развоју науке у земљи

Кандидат је након докторирања на Универзитету у Лидсу 2007. године и трогодишњег постдокторског усавршавања у Лоренс Беркли националној лабораторији дошао у Институт за физику 2010. године.

По доласку, отворио је нови истраживачки правац везан за теорију и симулације електронских особина органских полупроводника што је област која дотад није изучавана у Србији. У питању су материјали са великим могућностима примене у електронским и оптоелектронским направама, али због комплексности њихове структуре многа фундаментална питања везана за ове материјале остају отворена.

За истраживања у овој области кандидат је обезбедио финансирање из Оквирног програма 7 (FP7) Европске комисије кроз пројекат „Електронски транспорт у органским материјалима“ (Марија Кири интеграциони грант) којим је кандидат руководио. Оформио је тим млађих сарадника који се тренутно састоји од једног доктора наука и два докторанда. Овај тим ужива препознатљивост на међународном нивоу о чему сведочи већи број предавања по позиву кандидата на угледним међународним конференцијама из области аморфних полупроводника, моделовања материјала и рачунарске физике.

Својим активностима и експертизом значајно је допринео да Лабораторија за примену рачунара у науци 2014. године буде акредитована за национални Центар изузетних вредности за изучавање комплексних система. Потребно је истаћи и да кандидат руководи једном од четири истраживачке теме у оквиру пројекта ОН171017 *Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система* који је најбоље оцењен од свих пројеката основних истраживања на конкурсима током 2010. године.

2.2. Менторство при изради мастер и докторских радова

Кандидат је ментор или коментор истраживачког рада на докторским студијама следећим колегама:

- **Никола Продановић.** Кандидат је био коментор докторске тезе одбрањене на Универзитету у Лидсу 2014. године и притом је руководио израдом 2 рада од 4 рада која су чинила докторску тезу.
- **Марко Младеновић.** Кандидат је ментор за истраживачки рад Марка Младеновића на докторским студијама на Електротехничком факултету у Београду које је Марко Младеновић уписао 2012. године. Истраживачки рад је у завршној фази и Електротехничком факултету је у октобру 2015. године пријављена тема: “Electronic properties of interfaces between domains in organic semiconductors”. Досад су објављена 4 заједничка рада као плод овог истраживања.
- **Вељко Јанковић.** Кандидат је ментор за истраживачки рад Вељка Јанковића на докторским студијама на Физичком факултету у Београду које је Вељко Јанковић уписао 2014. године. Досад је објављен 1 заједнички рад.

Кандидат је био ментор за мастер радове следећим колегама:

- **Вељко Јанковић,** мастер рад одбрањен на Физичком факултету 2014. године.
- **Марко Младеновић,** мастер рад одбрањен на Електротехничком факултету 2012. године.

Кандидат је био ментор за следеће дипломске радове (еквивалентне садашњим мастер радовима)

- **Марко Петровић,** дипломски рад одбрањен на Физичком факултету 2011. године.
- **Марина Радулашки,** дипломски рад одбрањен на Физичком факултету 2011. године.
- **Стефан Миленковић,** дипломски рад одбрањен на Физичком факултету 2011. године.

Прилози: Релевантне странице из теза као докази да је кандидат био ментор, а за менторства која су у току годишњи извештаји за пројекат ОН171017 као докази о руковођењу истраживачким радом.

2.3. Педагошки рад

Након избора у претходно звање:

Од школске 2015/2016. године кандидат је наставник на докторским студијама на Физичком факултету у Београду на предмету Теорија функционала густине.

Кандидат је у школској 2011/2012. и 2012/2013. години био члан Државне комисије за такмичења из физике ученика средњих школа. Радио је на састављању задатака за 4. разред, прегледању задатака, техничкој организацији самог такмичења, припремама националне екипе за међународна такмичења, а био је и вођа националне екипе на 44. Међународној олимпијади из физике одржаној у Копенхагену у јулу 2013. године и на међународном такмичењу Romanian Master of Physics одржаном у Букурешту у марту исте године.

Активан је и на популаризацији науке. Био је позвани говорник на трибини “Наука и фудбал” у Центру за промоцију науке (ЦПН), а одржао је и већи број популарних предавања за средњошколце на семинарима физике у Петници, за студенте на Физичком и Електротехничком факултету, као и неколико предавања на семинарима за наставнике физике.

Прилози: Списак предмета и наставника на докторским студијама на Физичком факултету, доказ о раду у комисији за такмичења је већ приложен уз тачку 1.3, информација о трибини “Наука и фудбал” са сајта ЦПН-а.

Пре избора у претходно звање:

Кандидат је још од основних студија изузетно активан у педагошком раду, популаризацији физике и формирању научног подмлатка:

Од 1999-2004. године је у Математичкој гимназији држао додатну наставу из физике и припремао ученике за такмичења из физике. У школској 1999/2000. години је радио са ученицима првог разреда, у 2001/2002. са ученицима другог разреда, а 2003/2004. са ученицима трећег и четвртог разреда. Целокупна екипа Србије и Црне горе за Олимпијаду из физике 2004. године је била састављена од ученика који су похађали ове припреме. Материјали које је притом припремио су се и након тога користили у додатној настави физике у Математичкој гимназији.

2004. године је био ангажован на припремама олимпијске екипе из физике на Физичком факултету. Притом је организовао и два припремна интерна такмичења за која је саставио три задатка олимпијског типа.

Од 1999-2004. је био ангажован у Истраживачкој станици Петница као млађи сарадник на семинарима физике и примењене физике и електронике.

Од 2004-2006. године био је колумниста и члан редакције часописа Млади физичар. Притом је написао десетак занимљивих текстова о вези физике са кувањем, фудбалом, аутомобилима, цртаним филмова, кошарком, итд. Саставио је или прилагодио око 60 задатака из физике за ученике средњих школа који су објављивани у одговарајућој рубрици у Младом физичару.

Током докторских студија на Универзитету у Лидсу био је ангажован у настави на неколико курсева:

Digital wireless communications ELEC 5443 – асистент на лабораторијским вежбама у пролеће 2004/5, пролеће 2005/6 и јесен 2006/7

Analytical techniques ELEC 1700, јесен 2005/6 – асистент у настави

Electromagnetism ELEC 2300, јесен 2005/6 – асистент у настави

Energy systems ELEC 2500, пролеће 2005/6 – асистент у настави

2.4. Међународна сарадња

Кандидат има активну и разноврсну међународну сарадњу. Од избора у претходно звање најактивнија је била сарадња са следећим групама/колегама:

- Сарадња са експерименталном групом проф. Villy Sundstrom-a са Универзитета у Лунду, Шведска, на разумевању терахерцне проводности у органским конјугованим полимерима.
- Сарадња са групом Dr Lin-Wang Wang-a из Lawrence Berkeley National Laboratory на развоју метода са прорачун електронске структуре органских система са великим бројем атома.
- Сарадња са др Владимиром Стојановићем (Универзитет у Базелу, па Харвард универзитет) на разумевању ефеката електрон-фонон интеракције у органским кристалима.
- Сарадња са Department of Physical and Analytical Chemistry, University of Jaen у Шпанији на анализи електронске структуре poly-arylene-ethynyl полимера.
- Сарадња са експерименталним групама из Lawrence Berkeley National Laboratory – са групом проф. Miquel Salmeron-a на анализи структуре и транспорта у монослојевима органских молекула и групом Dr Gao Liu-a на разумевању процеса у полимер – литијум јонским батеријама.
- Сарадња са групом за квантну електронику на Универзитету у Лидсу (проф. Зоран Иконић и проф. Драган Инђин) на проблемима електронске структуре и електронског транспорта у полупроводничким квантним тачкама.
- Сарадња са проф. Станком Томићем, University of Salford у Манчестеру на развоју метода за прорачун електронске структуре квантних тачака и примени на моделовање извора једног фотона на бази нитридних материјала.

2.5. Организација научних скупова

Кандидат је био:

- Ко-председавајући и члан организационог комитета конференције The 19th Symposium on Condensed Matter Physics одржане у Београду од 7-11. септембра 2015. године.
- Члан програмског комитета међународне конференције HP-SEE User Forum, одржане од 17-19. октобра 2012. у Београду.

Прилози: Докази су већ приложени уз тачку 1.3.

3. Организација научног рада

3.1. Руководјење пројектима, потпројектима и задацима

Кандидат је од 2011. до 2015. године руководио пројектом Electronic Transport in Organic Materials, финансираним из Оквирног програма 7 (FP7) Европске комисије у оквиру Marie Curie Career Integration Grant програма.

Кандидат руководи потпројектом *Електронске особине полупроводничких материјала и наноструктура* у оквиру пројекта ОН171017 *Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система* који је најбоље оцењен од свих пројеката основних истраживања на конкурс током 2010. године. На том потпројекту раде 4 истраживача.

Кандидат је од децембра 2012. до децембра 2013. године руководио пројектом: „Interface States in Organic Materials“ одобреним у оквиру HP-SEE Pilot Call-а за истраживања која користе суперрачунарску инфраструктуру Југоисточне Европе.

Кандидат је од фебруара до августа 2014. руководио пројектом: „Improving the scalability of the overlapping fragments method code for electronic structure of organic materials“ одобреним у оквиру PRACE Preparatory Access C Call-а за приступ европској суперрачунарској инфраструктури.

Прилози: Докази о руковођењу сваким од наведених пројеката/потпројеката.

3.2. Руководјење научним и стручним друштвима

Кандидат је члан Управних одбора (Management Committee) COST акција MP1307: Stable Next-Generation Photovoltaics и MP1406: Multiscale in modelling and validation for solar photovoltaics

Прилози: Списак чланова Управног одбора са сајта COST-а.

3.3. Значајне активности у комисијама и телима Министарства науке и телима других министарстава везаних за научну делатност

Кандидат је био члан Државне комисије за такмичења из физике ученика средњих школа у организацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја у школској 2011/2012, 2012/2013. и опет је члан од 2015/2016. године.

Кандидат је у јулу 2015. године изабран за представника Института за физику у Већу института Универзитета у Београду.

Прилози: Доказ за чланство у комисији за такмичења је већ приложен уз тачку 1.3, записник за седнице Научног већа Института за физику на којој је кандидат изабран у Веће института.

3.4. Руковођење научним институцијама

Кандидат је у јануару 2015. године изабран за заменика председника Научног већа Института за физику.

Кандидат је члан Комисије за вредновање научног рада Института за физику.

Прилози: Записник за седнице Научног већа Института за физику на којој је кандидат изабран и решење о именовану у поменутој комисији.

4. Квалитет научних резултата

Кандидат је у свом научном раду објавио укупно **62 рада** у међународним часописима са ISI листе, од чега **55 категорије M21** (врхунски међународни часописи) и **7 категорије M23** (међународни часописи са ISI листе). Кандидат на међународним скуповима има 6 предавања по позиву штампана у изводу (категирија M32), 11 саопштења штампаних у целини (категирија M33) и 50 саопштења штампана у изводима (категирија M34), а на националним скуповима има једно предавање по позиву штампано у изводу (категирија M62) и 2 саопштења штампана у целини (категирија M63). Кандидат је написао и два поглавља у књигама (категирија M13).

Након претходног избора у звање кандидат је објавио **22 рада** у међународним часописима са ISI листе, од чега **20 категорије M21** (врхунски међународни часописи) и **2 категорије M23** (међународни часописи са ISI листе), на међународним скуповима има 5 предавања по позиву штампана у изводу (категирија M32) и 24 саопштења штампана у изводима (категирија M34), а на националним скуповима има једно предавање по позиву штампано у изводу (категирија M62). Кандидат је написао и два поглавља у књигама (категирија M13).

4.1. Утицајност кандидатских научних радова

Према подацима са базе Web of science на дан 27. октобар 2015, радови кандидата су цитирани **1068 пута**, од чега **905 пута** не укључујући самоцитате, док је h-index једнак 20.

Према подацима са сајта Google scholar на исти дан, радови кандидата су цитирани **1362 пута** уз h-index који је једнак 23.

Ово је изузетно велика цитираност која довољно говори о утицају који су кандидатски радови имали у научној заједници.

4.2. Параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатских радова

Битан елемент за процену квалитета научних резултата кандидата је и квалитет часописа у којима су радови објављивани, односно њихов импакт фактор (ИФ). У категорији M21, након претходног избора у звање кандидат је објавио радове у следећим часописима:

- 1 рад у Advanced Materials (ИФ=13.877)
- 1 рад у Nano Letters (ИФ=13.198)
- 1 рад у Journal of American Chemical Society (ИФ=12.113)
- 1 рад у Advanced Functional Materials (ИФ=11.805)
- 2 рада у Journal of Physical Chemistry Letters (ИФ=7.458 за 1 рад, а 6.687 за други)
- 1 рад у Physical Review Letters (ИФ=7.435)
- 4 рада у Journal of Physical Chemistry C (ИФ=4.835 за 3 рада, 4.814 за 1 рад)
- 3 рада у Physical Chemistry Chemical Physics (ИФ=4.493 за 2 рада, 3.829 за 1 рад)
- 3 рада у Physical Review B (ИФ=3.736 за 2 рада, 3.767 за 1 рад)
- 2 рада у Journal of Applied Physics (ИФ=2.210)
- 1 рад у Journal of Non-crystalline Solids (ИФ=1.716)

Укупан импакт фактор радова кандидата у горњим часописима категорије M21 је **122.082**.

Часописи у којима је кандидат објављивао су по свом импакт фактору и угледу који уживају водећи међународни часописи. Посебно се међу њима истичу часописи који су водећи и међу M21 часописима за области физике (Physical Review Letters), материјала (Advanced Materials и Advanced Functional Materials), наноука (Nano Letters), физичке хемије (Journal of Physical Chemistry Letters) и хемије (Journal of American Chemical Society). Чињеница да је кандидат објављивао радове у свим тим часописима указује како на значај, тако и на разноврсност његових резултата.

4.3. Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора

Радови 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17 и 20 са списка M21 радова су радови који садрже теорију и нумеричке симулације. Сви ти радови (осим рада 14 који има седам аутора) имају пет или мање аутора и узимају се са пуном тежином.

Радови 6, 12, 18 и 19 су студије које комбинују нумеричке симулације и експеримент и имају редом 13, 9, 13 и 9 коаутора, што је више од 7 аутора. У питању су изузетно сложене студије материјала или наноструктура у којима је било потребно комбиновати експертизу у њиховој синтези, различитим методама карактеризације и техникама за теоријски опис и симулације.

Нормирање М бодова за радове 6, 12, 14, 18 и 19 не би значајно променило укупан остварени број бодова кандидата.

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

Радови 1, 2, 3, 4, 7, 9, 13 са списка М21 радова су у потпуности урађени у Институту за физику. На раду 9 је кандидат једини аутор, а у осталим радовима је покренуо истраживање и директно руководио и учествовао у свим фазама израде рада.

Радови 5 и 15 су делови докторске тезе Николе Продановића на Универзитету у Лидсу. Истраживањем за те делове тезе је кандидат директно руководио и највећи део тог истраживања је спроведен у Институту за физику.

У раду 10 кандидат је извршио све нумеричке прорачуне и у сарадњи са колегама са Универзитета у Базелу осмислио проблем и интерпретирао добијене резултате.

Радови 11 и 12 су настали у сарадњи са експерименталном групом са Универзитета у Лунду. Кандидат је био задужен за целокупан допринос у теорији и симулацијама у тим радовима.

У раду 17 кандидат је урадио сва теоријска извођења и написао највећи део рада, док је колега извршио нумеричке прорачуне.

Радови 6 и 18 су настали као наставак сарадње започете током постдокторског усавршавања кандидата са групом из Берклија која истражује полимер-литијум јонске батерије. У тим радовима кандидат је допринео симулацијама начина везивања литијум јона за полимер које су објасниле одличне перформансе добијених батерија.

У радовима 8, 14, 16 и 20 кандидат је допринео кроз помоћ у даљем развоју нумеричких кодова које је раније написао и у интерпретацији добијених резултата.

4.5. Значај радова

Кандидат је препознатљив у научној заједници по развоју метода за прорачун електронских особина полупроводничких материјала, али и по примени тих метода на моделовање реалних материјала и направа на бази њих.

Међу кандидатовим радовима, посебно се по цитираности истичу радови 28 и 30 у којима су по први пут израчуната електронска стања и електронски транспорт у материјалима на бази конјугованих полимера. Сваки од њих има по више од 50 цитата. Радови 6 и 18 у којима је кандидат дао теоријски допринос разумевању

процеса у литијум јонским батеријама одличних перформанси су такође веома запажени због значаја добијених резултата за примене. Ова два рада су збирно цитирани преко 200 пута.

Новији радови кандидата, као нпр. радови из утицаја електрон-фонон интеракције у уређеним низовима органских молекула или квантних тачака (радови 5 и 10), ефекта граница између домена (радови 1 и 7), као и новији резултати из неуређених полимера (3, 9, 11, 12), такође продубљују разумевање органских полупроводника и наилазе на значајан одзив у научној заједници, што се види по позивима које кандидат добија да одржи предавања на угледним међународним конференцијама.

4.6. Допринос кандидата реализацији коауторских радова

Као што је наведено у делу 4.4, кандидат је дао изузетан допринос свим радовима на којима је коаутор. У једном раду је једини аутор, а у 8 радова је осмислио и покренуо истраживање и усмеревао га и учествовао у њему у свим фазама рада. 3 рада су заједнички радови са једним или двојицом колега у којима су сви аутори дали врло значајан допринос. У 4 рада настала у сарадњи са експерименталним групама кандидат је једини теоретичар на раду и изнео је целокупан терет моделовања експерименталних резултата. У 4 рада је кандидат допринео кроз помоћ у даљем развоју нумеричких кодова које је раније написао и у интерпретацији добијених резултата.

Елементи за квантитативну оцену научног доприноса др Ненада Вукмировића за избор у звање научни саветник

Остварени резултати кандидата у периоду након претходног избора у звање

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова
M13	6	2	12
M21	8	20	160
M23	3	2	6
M32	1.5	5	7.5
M34	0.5	24	12
M62	1	1	1
УКУПНО			198.5

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни саветник

М категорије	Услов	Остварени резултат
Укупно	65	198.5
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51	50	185.5
M11+M12+M21+M22+M23+M24+M31+M32	35	173.5

ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду изузетно високу вредност и оригиналност научних радова др Ненада Вукмировића, као и његово значајно искуство у организацији научног рада и међународној сарадњи, и изражен допринос и искуство у педагошком раду, мишљења смо да је кандидат достигао веома високу истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података из извештаја види се да је он вишеструко задовољио све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање научни саветник који су прописани правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Ненада Вукмировића у звање научни саветник.

У Београду, 13. новембра 2015. године

Чланови комисије:

др Антун Балаж
Научни саветник
Институт за физику Београд

др Александар Белић
Научни саветник
Институт за физику Београд

др Витомир Милановић
професор емеритус

Универзитет у Београду - Електротехнички факултет