

Назив института који подноси захтев: Институт за физику у Београду

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I ОПШТИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Име и презиме: Бојана Вишић

ЈМБГ: 2302983775016

Назив институције у којој је кандидаткиња стално запослена: Институт за физику у Београду

Дипломирала: 2007. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Магистрирала: 2008. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Докторирала: 2013. године, Факултет за математику и физику, Универзитет у Љубљани, Словенија

Постојеће научно звање: научни сарадник

Научно звање које се тражи: виши научни сарадник

Област науке у којој се тражи звање: природно-математичке науке

Грана науке у којој се тражи звање: физика

Научна дисциплина у којој се тражи звање: кондензована материја

Назив матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за физику

II ДАТУМ ИЗБОРА У НАУЧНО ЗВАЊЕ:

Научни сарадник: 27. 09. 2017. године

III НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РЕЗУЛТАТИ (ПРИЛОГ 1 И 2 ПРАВИЛНИКА):

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

Нема.

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја, научна критика; уређивање часописа (M20):

| Категорија | број резултата | М бодова по резултату | укупно М бодова (нормирано) |
|------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|
| M21a | 2 | 10 | 20 (20) |
| M21 | 10 | 8 | 80 (57.94) |
| M22 | 1 | 5 | 5(5) |

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

| Категорија | број резултата | М бодова по резултату | укупно М бодова |
|------------|----------------|-----------------------|-----------------|
| M32 | 2 | 1.5 | 3 |
| M33 | 1 | 1 | 1 |
| M34 | 17 | 0.5 | 8.5 |

IV КВАЛИТАТИВНА ОЦЕНА НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА (Прилог 1 Правилника)

1 Квалитет научних резултата

1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Б. В. је аутор или коаутор 20 радова у међународним часописима са ISI листе. Има 3 рада објављена у часописима категорије M21a, 13 радова објављених у часописима категорије M21 и 3 рада у часописима категорије M22. У периоду након одлуке научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидаткиња је објавила 13 радова у међународним часописима са ISI листе, од тога 2 рада у часописима категорије M21a, 10 радова у часописима категорије M21 и један рад у часопису категорије M22. Један од најважнијих радова је објављен у *Physical Review Research*, који припада *American Physical Society* и који се објављује тек од 2018 тако да је још увек без импакт фактора и самим тим се не рачуна у број чланака.

Као пет најзначајнијих радова могу се узети (број цитата на основу базе Scopus):

1. B. Višić, R. Dominko, M.K. Gunde, N. Hauptman, S.D. Skapin, M. Remskar. Optical properties of exfoliated MoS₂ coaxial nanotubes - analogues of graphene. *Nanoscale Research Letters*, 6, 1-6 (2011).
Цитиран ЦЦЦЦ пута.
2. B. Višić, L.S. Panchakarla, R. Tenne. Inorganic Nanotubes and Fullerene-like Nanoparticles at the Crossroads between Solid-State Chemistry and Nanotechnology. *Journal of the American Chemical Society*, 139, 12865-12878 (2017).
3. L. Yadgarov, B. Višić, T. Abir, R. Tenne, AY Polyakov, R. Levi, T. Dolgova, V. Zubyuk, A. Fedyanin, E. Goodilin, D. Oron. Strong light-matter interaction in tungsten disulfide nanotubes. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 20(32), 20812-20820 (2018).

4. B. Višić, L. Yadgarov, EAA Pogna, S. Dal Conte, V. Vega-Mayoral, D. Vella, R. Tenne, G. Cerullo, and C. Gadermaier. Ultrafast nonequilibrium dynamics of strongly coupled resonances in the intrinsic cavity of WS₂ nanotubes. *Physical Review Research*, 1(3), 033046 (2019).
5. L. Pirker, B. Višić, S. D. Skapin, G. Dražić, J. Kovač, M. Remškar. Multi-stoichiometric quasi-two-dimensional W_nO_{3n-1} tungsten oxides. *Nanoscale* 12(28), 15102-15114 (2020).

У свих пет радова је кандидаткиња дала кључни допринос. Сви радови сем првог су објављени након претходног избора у звање.

Први рад је био део докторске дисертације кандидаткиње. Рад се базирао на раслојавању (ексфолијацији) коаксијалних MoS₂ нанотуба и њиховим оптичким особинама. Метода коришћена при раслојавању је хемијска, где су нанотубе изложене 2.5 M butyllithium in hexane минимално 3 дана. Ексфолијација се дешава када се узорку, по вађењу из dry box, дода вода, чиме настаје water-bilayer фаза. Потпуна ексфолијација се добија испирањем узорка дестилованом водом и центрифугирањем. Реакција која настаје између воде и интеркалираног литијума резултује у ослобађању водоничног гаса и формирањем LiOH, при чему се процес сматра завршеним када се рН спусти са 12 на 7 и тиме се water-bilayer фаза раздваја на индивидуалне слојеве. За разлику од хемијске ексфолијације кристала, који се временом у раствору поново споје након одређеног времена, ексфолиране нанотубе остају једнослојне и након неколико месеци. UV-Vis апсорпција (екстинкција) показује да су и код ексфолираних нанотуба А и В ексцитони доминантни оптички прелази, али долази до њиховог померања ка црвеном делу спектра.

Други рад је настао током првих постдокторских студија у Израелу. Фокус је поново на нанотубама и фулеренима на бази MoS₂ и WS₂. У питању је прегледни рад посвећен физичким особинама и примени ових материјала у последњој деценији. Иако је од њиховог открића прошло више од 30 година, већина интересантних апликација се проучава тек последњих неколико година. Почетак њиховог испитивања се највише сводио на оптимизацију синтезе, како због квалитета добијеног материјала тако и због количине добијене у једној синтези. Због њиховог лаког диспергирања и нетоксичности, једна од најпроучаванијих употреба до сад је као адитив у разним полимерима, текстилима, медицинским инструментима. Како су и њихове оптичке особине постале све детаљније објашњене, тако се очекује њихова све чешћа употреба у транзисторима и осталим електронским компонентама.

Трећи и четврти рад су блиско повезани и такође настали током боравка у Израелу. Показано је да су WS₂ нанотубе веома интересантна врста квази-1Д материјала код којих коегзистирају и ексцитони и оптички резонатор (cavity mode) у видљивом и блиском инфрацрвеном делу спектра. Симулирањем екстинкције (тј. UV-Vis спектра који је комбинација апсорпције и расејања) FDTD (finite-difference time-domain) моделом који зависи од пречника нанотубе, показано је да овакав спектар поседује типично anti-crossing понашање и формацију ексцитон-поларитона. Овај модел је такође показао да променом пречника нанотубе, можемо да мењамо јачину интеракције (coupling strength, g) између оптичке моде и ексцитона. Коришћењем PCO (phenomenological coupled oscillator) модела, показано је да овај материјал има високо цепање повезаних мода (Rabi splitting) од 280 meV. Овако јака light-matter

интеракција (LMI) у WS_2 нанотубама наговештава да се могу користити као поларитонски уређаји на собној температури.

Након што је у трећем раду проучаван овај тип квазичестице и утицај на оптичке особине у равнотежној оптичкој спектроскопији, четврти рад се фокусирао на неравнотежну LMI динамiku коришћењем фемтосекундне руп-пробе спектроскопије. Кандидаткиња је експериментални део измерила током једномесечног боравка у Милану. Већ поменути РСО модел се у сврху моделовања неравнотежних процеса морао модификовати. Показано је да су од свих параметара који се користе у том моделу, временски зависни само положај (енергија) и ширина A ексцитона, као и јачина његове интеракције са оптичким резонатором. Један од резултата је и тај да је параметар g одличан кандидат за поређење различитих материјал-резонатор комбинација. За сада су ове нанотубе једини материјал код ког овакав ефекат настаје у једном материјалу а не у комбинацији. Мора се напоменути да је овај рад објављен у *Physical Review Research*, који припада *American Physical Society* и који се објављује тек од 2018 тако да је још увек без импакт фактора.

Пети рад је први из ове области настао током других постдипломских студија у Словенији. Субоксиди на бази волфрама, WO_{3-x} , су врло разноврсна породица материјала. Различите стехиометрије се могу јавити у различитим морфологијама, попут наночестица сферног облика, наножица и дискова. У овом раду је показано да квази-двомензионалне структуре, које расту из $W_{19}O_{55}$ наножица, имају облик танких плочица. Дефицит кисеоника се компензује појавом кристалографских “клизних” равни. Стехиометријске фазе $W_{18}O_{53}$, $W_{17}O_{50}$, $W_{15}O_{44}$, $W_{14}O_{41}$, $W_{10}O_{29}$ и W_9O_{26} се заједно могу наћи у једној јединој плочици просечних димензија до 4 микрона латерално и дебљине око 100 nm. Структура ових мултистехиометријских плочица је директно одређена из HRTEM слика и моделирана коришћењем електрон-и X-ray- дифракције.

1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Подаци о цитирању радова Б. В. на дан 08.12.2020. су сумирани у табели, а детаљи из обе базе дати у прилогу након списка радова.

| База података | Број цитата | Број цитата без аутоцитата | h-index |
|----------------|-------------|----------------------------|---------|
| Scopus | 196 | 158 | 7 |
| Web of Science | 190 | 176 | 7 |

1.3 Параметри квалитета часописа

У категоријама M21, M22 и M23, Б. В. је објавила радове у следећим часописима, где су подвучени они часописи у којима је кандидаткиња објављивала у периоду након одлуке научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања.

1 рад у *Journal of the American Chemical Society* (IF=14.357)

1 рад у *Nanoscale* (IF=6.97)

1 рад у *Chemistry–An Asian Journal* (IF=4.587)

1 рад у *The Journal of Physical Chemistry C* (IF=4.484)

1 рад у *Particle and Particle Systems Characterization* (IF=4.474)

- 1 рад у Physical Chemistry Chemical Physics (IF=4.123)
- 1 рад у Atmospheric environment (IF=4.039)
- 1 рад у Soft Matter (IF = 4.029)
- 1 рад у Physical Review B (IF=3.813)
- 1 рад у Atmospheric Measurement Techniques (IF=3.668)
- 1 рад у Journal of Materials Science (IF=3.553)
- 1 рад у Materials Science and Engineering A (IF=3.478)
- 1 рад у Journal of Raman Spectroscopy (IF=2.809)
- 1 рад у Nanoscale Research Letters (IF=2.779)
- 1 рад у ACS Omega (IF=2.584)
- 1 рад у Air quality, Atmosphere and Health (IF=3.184)
- 1 рад у Materials Research Bulletin (IF=2.288)
- 2 рада у Physica Status Solidi (a) (IF=1.616)
- 1 рад у Physical Review Research (ISSN 2643-1564, без IF)
- 1 рад у Journal of Physics: Conference Series (ISSN 1742-6596, без IF)
- 1 рад у Nanomaterials and Energy (ISSN 2045-983, без IF)

Укупна сума импакт фактора свих радова кандидаткиње је 78.45, а након претходног избора у звање је 61.53. (Напомена: Наведени импакт фактори представљају максимални импакт фактор када се посматрају вредности за годину објављивања рада и претходне две године.)

Чланак објављен у часопису Journal of the American Chemical Society (IF=14.357), чији је и први corresponding аутор, је био изабран за *Editor spotlight* (потврда у прилогу), док је рад у Particle and Particle Systems Characterization (IF=4.474) изабран за *Inside front cover page* (<https://doi.org/10.1002/ppsc.201870009>, прилог).

Додатни библиометријски показатељи квалитета часописа у којима је Б. В. објављивала радове је дат у следећој табели. Она садржи импакт факторе (ИФ) радова, М поене радова по српској категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП). У табели су дате укупне вредности, као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку, за радове објављене у М20 категоријама.

| | ИФ | М | СНИП |
|---------------------|-------|-------|--------|
| Укупно | 61.53 | 105 | 16.427 |
| Усредњено по чланку | 4.73 | 8.08 | 1.264 |
| Усредњено по аутору | 11.38 | 16.59 | 2.95 |

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

Кандидаткиња је први аутор на 9 радова (у два рада дели прво коауторство), други аутор на два рада, трећи аутор на три и corresponding на 7. У периоду након избора у претходно звање, Б. В. је водећи аутор 5 радова (у два рада дели коауторство), други аутор 2 рада, трећи аутор два рада а corresponding на 3 рада. Дала је значајан допринос сваком раду у ком је учествовала, од осмишљавања теме и њене формулације, извођењу експеримената, анализи добијених резултата и конципирању и писању радова.

Током првих постдипломских студија у Израелу, самостално је започела сарадњу са групом у Милану, осмислила релевантна мерења и модификовала постојеће моделе за анализу ЛМИ, и тиме започела фемтосекундна оптичка мерења у својој тадашњој групи. У оквиру ове сарадње су објављена два рада, код којих је Б. В. и водећи и corresponding аутор.

Током других постдипломских студија у Љубљани, Б. В. је започела бављење новом тематиком (синтеза и карактеризација хетероструктурних нанотуба, рад у припреми), и предводила отварање нове активности групе у оквиру детекције наночестица у ваздуху. Из те тематике се изродио индустријски пројекат чији је била вођа у току 2018-2019.

Током свог десетогодишњег борава у иностранству, тј. за време докторских студија и два постдокторска ангажмана, остварила је бројне међународне сарадње. Најзначајнији су наставци сарадње са њеним претходним групама (Словенија, Израел), јер омогућавају коришћење како њихове опреме (поготово електронске микроскопије), тако и синтетисаних наноматеријала за тренутне и будуће активности Центра. Од осталих сарадњи, наводе се најбитније:

- Complex matter physics, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, где са групом Christoph Gadermeier-а сарађује на „pump-probe“ мерењима наноматеријала у различитим медијумима.
- На одсеку за физику у оквиру Politecnico di Milano, сарађује са Giulio Cerullo, где је провела месец дана користећи њихову фемтосекундну апаратуру за проучавање оптичких особина и времена живота носилаца наелектрисања код метал дисулфидних наноструктура.
- Ultrafast Laser Micro and Nano- Laboratory of the Foundation for Research and Technology, Крит, Грчка, сарађује са групом Emmanuel Stratakis-а, на синтези MS_2 аноструктура путем ласерске аблације, и карактерише добијене материјале ТЕМ микроскопијом.
- Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds RAS, Moskva, Rusija где је са групом V. I. Sokolov-а сарађивала на карактеризацији WS_2 нанотуба декорисаних Pd наночестицама путем ТЕМ микроскопије и XPS пектроскопије, и објашњењу њиховог ефикасног понашања у каталитичким cross coupling реакцијама.

Студијске посете иностраним научним институцијама:

- Двомесечна студијска посета Лабораторији за оптику одсека комплексних материјала (Institut Jozef Stefan, Ljubljana, Slovenija) у оквиру Marie Curie “Mo-WS₂” projekta, 2015. У оквиру ове сарадње је одржала семинар на одсеку за комплексне материјале под називом: “Coexistence of excitons and plasmons in MS_2 (M=Mo, W) nanotubes and fullerene-like nanoparticles”.
- Једномесечна студијска посета Politecnico di Milano, Милано, Италија, фебруар 2016.

- Једномесечна посета Универзитету Сантиаго, Чиле у оквиру пројекта DAFNE-OX (Designing Advanced Functionalities through Controlled NanoElement Integration in Oxide Thin Films) у јуну 2019.

2 Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидаткиња је на постипломским студијама обучавала мастер студенте и докторанте методама динамичке механичке анализе, детекцији наночестица и бројним микроскопским методама.

3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Радови објављени од избора у звање научни сарадник су експериментални радови и сви су резултат сарадње са другим групама или институцијама па се признају са пуним бројем М бодова до седам коаутора.

6 радова имају мање од осам аутора и носе тежину 1, док су остали радови (који су захтевали више експерименталних техника и који су резултат сарадње са другим групама) нормирани као експериментални радови у природно-математичким наукама са више од седам аутора.

4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је руководила индустријским пројектом између Института Јожеф Стефан, Љубљана, Словенија и компаније "Hyla" од 2018-2019.

Кандидаткиња је на Weizmann Institute of Science, Israel била Marie Curie fellow на пројекту MoWSeS, 2013-2016.

5 Активности у научним и научно-стручним друштвима

Кандидаткиња је рецензент за следеће часописе: Advanced Materials, Nanoscale, ACS Applied Materials and Interfaces, Materials Letters, Chemical Physics Letters, Materials Science and Engineering A, Air quality, Atmosphere and Health, Chemical Engineering Journal, Nanomaterials and Energy.

Кандидаткиња је учествовала у организацијском одбору конференције "Nanoparticles at the interface between biology and the materials world", Weizmann institute of Science, Rehovot, Izrael у 2015.

6 Утицајност научних резултата

Утицајност научних резултата је представљена у поглављу 1, а у прилогу су дати подаци о цитираности са интернет странице Scopus базе.

7 Утицајност научних резултата

Утицајност научних резултата кандидата је наведена у одељцима 3 и 4.1 овог документа. Пун списак радова и подаци о цитираности са интернет странице базе Scopus су дати у прилогу.

8 Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидаткиња је значајно допринела сваком објављеном раду.

Сви од 14 радова (13 ако изузмемо рад у PRR) објављених у периоду након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања, сви су урађени у сарадњи са колегама из иностранства (Израел, САД, Словенија, Италија, Грчка). Б. В. је имала кључни допринос у публикацијама на којима је први аутор (5 рада) и други аутор (2 рада), од којих је corresponding на 3, у осмишљавању проблематике и избору приступа и методологије, експерименталном делу рада, моделовању и анализи резултата. Радове на којима је први или други аутор је написала у целини, али је активно учествовала у писању осталих радова. У случају осталих радова кандидаткиња је углавном учествовала преко електронске микроскопије (SEM, TEM) и EDS елементалне анализе, оптичких мерења, као и анализи резултата.

Учествовала је у писању сваке публикације и често била задужена за конципирање и организацију манускрипта.

9 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

У периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног звања, кандидаткиња је одржала 2 предавања по позиву на међународним конференцијама и једну демонстрацију.

1. B. Višić, L. Yadgarov, V. Vega-Mayoral, D. Vella, C. Gadermaier, R. Tenne. Optical properties of WS₂ nanotubes. *EMN meeting on SMM* (Energy, Materials and Nanotechnology Meeting on Smart and Multifunctional Materials), Berlin, Germany, 2016
2. Indoor air quality monitored by nanoparticle detection. *ISO-FOOD Spring School and Workshop on nanoparticles and food*, Ljubljana, Slovenia , 2018.
3. Let's light one - detection of nanoparticles in air. *ISO-FOOD Spring School and Workshop on nanoparticles and food*, Ljubljana, Slovenia , 2018. (Invited Talk -

Demonstration).

Кандидаткиња је у овом периоду одржала и три предавања на међународним конференцијама.

1. Optical properties of WS₂ nanotubes. *SFKM 2019* (The 20th Symposium on Condensed Matter Physics), Belgrade, Serbia, 2019.
2. Synthesis and characterization of two-dimensional WO_{3-x} nanotiles. *Flatlands Beyond Graphene*, Leipzig, Germany, 2018.
3. Optical properties of WS₂ nanotubes. *Flatlands Beyond Graphene*, Bled, Slovenia, 2016.

Такође је одржала предавање Optical properties of WS₂ nanotubes на скупу Serbian-Chilean workshop to characterize properties and dynamics of materials through Light током боравка у Чилеу, 2019.

V ОЦЕНА КОМИСИЈЕ О НАУЧНОМ ДОПРИНОСУ КАНДИДАТА, СА
ОБРАЗЛОЖЕЊЕМ:

Анализом научне активности и показатеља рада, као што су број радова, цитираност, квалитет часописа, међународна научна сарадња, рецензије у међународним часописима, вођење пројекта билатералне сарадње, менторство, закључили смо да кандидаткиња задовољава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање виши научни сарадник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

На основу наведеног, Научном већу Института за физику у Београду предлажемо да усвоји овај извештај и изабере др Бојану Вишић у звање виши научни сарадник.

Председник комисије:



академик Зоран В. Поповић
научни саветник
Институт за физику у Београду

МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА

За природно-математичке и медицинске струке:

| | | |
|---|--|--------------------------|
| Диференцијални услов- од првог избора у претходно звање до избора у звање | Потребно је да кандидат има најмање XX поена који треба да припадају следећим категоријама | |
| Виши научни сарадник | Неопходно XX= | Остварено (нормирано) |
| Укупно | 75 | 117.5 (95.44) |
| $M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42} \geq$ | 60 | 109 (86.94) |
| $M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23} \geq$ | 45 | 105 (82.94) |

* Услов за убрзано покретање поступка за избор у звање виши научни сарадник је 150 % од минималног броја М бодова.