

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: Бранка Хаџић

Година рођења: 1976.

ЈМБГ: 0609976715041

Назив институције у којој је кандидат стално запослен:

Институт за физику у Београду

Дипломирао: 2004. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Магистарски рад: 2007. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Докторска дисертација: 2009. године, Физички факултет,

Универзитет у Београду

Постојеће научно звање: научни сарадник

Научно звање које се тражи: избор у вишег научног сарадника

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: наноматеријали, полупроводници

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

II Датум избора у научно звање:

Изабрана у звање научни сарадник 27.9.2017., а 25.03.2022. је реизабрана у звање научни сарадник.

III Научно-истраживачки резултати (Прилог 1 и 2 Правилника):

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

| | број | | вредност | | укупно (нормирано) |
|-------|------|---|----------|---|--------------------|
| M21 = | 5 | x | 8 | = | 40 (33,01) |
| M22 = | 3 | x | 5 | = | 15 (10,862) |
| M23 = | 3 | x | 3 | = | 9 (6,143) |

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

| | број | | вредност | | укупно (нормирано) |
|-------|------|---|----------|---|--------------------|
| M32 = | 1 | x | 1,5 | = | 1,5 (1,5) |
| M33 = | 2 | x | 1 | = | 2 |
| M34 = | 4 | x | 0,5 | = | 2 (2) |

9. Патенти (M90):

$$M92 = \begin{array}{ccc} \text{број} & \text{вредност} & \text{укупно (нормирано)} \\ 1 & \times & 12 \\ & & = 12 (12) \end{array}$$

IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1 Правилника):

1.1. Квалитет научних резултата

1.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

У својој каријери др Бранка Хацић је аутор или коаутор 52 рада (без апстраката) објављених у међународним и домаћим часописима и саопштеним на међународним и домаћим конференцијама. Од тога су 23 рада објављена у врхунским међународним часописима категорије M21, 11 у водећим категорије M22, 18 у међународним часописима категорије M23.

Као пет најзначајнијих радова др Бранке Хацић издвајају се:

1. **B. Hadžić**, B. Vasić, B. Matović, I. Kuryliszyn-Kudelska, W. Dobrowolski, M. Romčević and N. Romčević

Influence of laser-induced heating on MnO nanoparticles

Journal of Raman Spectroscopy, 49(5), 817-821 (2018)

M21 (IF (2018) = 2,809)

2. J. Ristić-Djurović, L. Fernandez-Izquierdo, **B. Hadžić**, L. Jimenez-Hernandez, A.M. Diaz-Garcia, J. Mitrić, B. Babić, M. Romčević, S. Ćirković and N. Romčević

Raman spectroscopy of zinc oxide nanoparticles modified with ruthenium (II) complexes

Journal of Raman Spectroscopy, 50(12), 1829-1838 (2019)

M21 (IF (2019) = 2,809)

3. N. Romčević, **B. Hadžić**, M. Romčević, N. Paunović, D. Sibera, U. Narkiewicz, I. Kuryliszyn-Kudelska, J. Ristić-Djurović and W. Dobrowolski

Structural and optical properties of ZnO-Al₂O₃ nanopowders prepared by chemical methods

Journal of Luminescence, 224, 117273 (2020)

M21 (IF (2020) = 3.599)

4. **B. Hadžić**, B. Matović, M. Randjelović, R. Kostić, M. Romčević, J. Trajić, N. Paunović and N. Romčević

Phonons investigation of ZnO@ZnS core-shell nanostructures with active layer

Journal of Raman Spectroscopy, 52(3), 616-625 (2021)

M21 (IF (2021) = 3.133)

5. M. Čurčić, **B. Hadžić**, M. Gilić, V. Radojević, A. Bjelajac, I. Radović, D. Timotijević, M. Romcević, J. Trajić and N. Romcević

Surface optical phonon (SOP) mode in ZnS/Poly (methacrylate) nanocomposites

Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures 115, 113708 (2020)

M22 (IF (2020) = 3.382)

У првом раду проучаван је утицај ласерског зрачења на MnO. У досадашњим проучавањима MnO, његових компоненти и оксида ласерска снага је обично била врло мала да би се избегле промене на узорцима или је загревање ласером било са константном снагом и продуженим временом излагања узорака. Др Бранка Хацић је увела нов метод проучавања ових узорака тако што је испитивала узорак на осам различитих снага ласера на површини узорка између 3 mW и 24 mW са константним кораком од 3mW између мерења. Овим је открила да при снази ласера на површини узорка од 15 mW долази раскидања већине веза у MnO и јаке рекомбинације која доводи до стварања нових фаза. Ово је потврђено постојањем Mn²⁺ фазе у узорку након третмана. Осим ове формиране су и фазе MnO₂, MnOOH а чак и Mn₅O₈ фаза. Ови резултати су потврђени и другим методама испитивања узорака као што су XRD и AFM којима је испитиван узорак пре и након дејства ласера, док је Рамановом спектроскопијом праћена фазна трансформација узорка у току самог мерења. Ово истраживање разјашњава понашање узорака манган оксида под јаким ласерским зрачењем чиме пружа вредне информације за будућа истраживања MnO и његових компоненти.

У другом раду су испитиване наноплочиче како чистог тако и модификованог цинк – оксида са бипиридином и рутенијумовим комплексима (цис и транс) припремљене су преципитационим методом. Др Бранка Хацић је извршила оптичку карактеризацију новодобијеног композита, Рамановом и фотолуминесцентном спектроскопијом, а на основу добијених резултата разматрала је и утицај модификатора на структурне и оптичке особине овог материјала. Утврђено је да наноплочиче цинк оксида након модификације постају мање и уграђују се у

структуру модификатора. Показано је да модификација рутенијумовим комплексима доводи до веће активности цинк оксида као и до преноса наелектрисања метал-лиганд што узрокује значајну промену раманових спектра а самим тим и оптичких особина испитиваних узорака. Испитивањем луминесцентних спектра показана је повезаност пика на 553 nm са бипиридином, пика на 737 nm са преносом наелектрисања метал-лиганд док је пик на 678 nm карактеристика цинк оксида. Ова истраживања отварају пут примени ових материјала у биомедицини.

Трећи рад се базира на испитивању узорака цинк оксида допираних са Al_2O_3 добијених на два начина преципитационим методом коју је следила калцинација и хидротермалном методом. Структурне и оптичке особине ових нанопорова су испитиване коришћењем SEM, XRD, Раманове и далеке ИЦ спектроскопије, након чега су испитивани и фотолуминесценцијом. У оба типа узорака, примењеним експерименталним методама др Бранка Хацић је приметила постојање фаза ZnO, $ZnAl_2O_4$ и $AlOOH$. Такође је показала да величина кристалита нема монотону зависност од номиналне концентрације Al_2O_3 , док величина кристалита фазе $ZnAl_2O_4$ је константна код узорака добијених калцинацијом, а код узорака добијених хидротермално опада са порастом концентрације Al_2O_3 . Резултати фотолуминесценције и далеке ИЦ спектроскопије недвосмислено показују да код узорака добијених хидротермалном методом електронске структуре наноконпозита монотонно зависе од номиналне концентрације Al_2O_3 . Комплексност фотолуминесцентних спектра код узорака добијених калцинацијом је најочљивија када номинална концентрација Al_2O_3 варира између 20 и 40%. Постојање комбинованих модова плазмон-ЛО фонон утврђено је далеком ИЦ спектроскопијом. Добијена диелектрична функција је моделована Максвел Гарнетовом ф-лом. Узимајући начин припреме узорака и концентрацију допанта као параметре др Бранка Хацић је утврдила везу концентрације слободних носилаца наелектрисања са оптичким параметрима.

Структурне особине core-shell (језгро-омотач) $ZnO@ZnS$ материјала са активним слојем испитивана је коришћењем SEM, XRD, Раманове и далеке ИЦ спектроскопије у четвртом раду. Овим методама др Бранка Хацић је утврдила да је узорак цилиндричног облика чиме је потврђено да омотач има облик језгра, овде је то

ZnO, што је карактеристично за овај тип структура. Рамановом и ИЦ спектроскопијом утврдила је постојање оптичких фонона горње површине у ZnO, типично за цилиндричне структуре, док је постојање површинских оптичких фонона утврђено и у ZnS и у core-shell ZnO@ZnS структури. Такође је приметила постојање локалног мода кисеоника у ZnS као и вакантног мода сумпора у ZnO. За овакве карактеристике овог узорка одговорно је постојање активног слоја између језгра и омотача. Значај овог истраживања се огледа у могућности примене ових материјала у термо-електронским уређајима.

Полимерним нанокомпозитима ZnS са полиметилметакрилатом (ПММА) испитиване су структурне и оптичке особине коришћењем XRD, SEM, TEM, HRTEM и Раманове спектроскопије у петом раду. Утврђена је кубна структура узорака и процењена величина кубних нанокристалита ZnS је 2,3 nm. Ове наночестице су насумично распоређене у ПММА матрици. Оптичке особине узорака испитиване су Рамановом спектроскопијом. Како су наночестице окружене силиконом и ПММА др Бранка Хацић је користила Бругерманов модел ефективног медијума, чиме наставља свој рад са површинским оптичким фононима. Овим је утврдила постојање површинског оптичког фонона чији се центар пика налази на око 347 cm^{-1} . Анализирала је зависност положаја површинског оптичког фонона од густине (filling factor (f)) матрице и утврдила је померање положаја површинског оптичког фонона ка већим вредностима таласних бројева са порастом густине матрице.

Радови под редним бројем 1 и 4 су радови за које се може сматрати да је Бранка Хацић основни/најважнији аутор.

1.1.2. Цитираност научних радова кандидата

На дан 12. 9. 2022. године, радови др Бранке Хацић су цитирани више од 318 пута без аутоцитата према бази података Web of Science. Према тој бази Хиршов фактор кандидата је 10, док је према бази података Scopus Хиршов фактор 11, а на Google Scholar је Хиршов фактор кандидата је 14.

1.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

Након одлуке Научног већа Института за физику о предлогу за стицање претходног научног звања др Бранка Хацић је објавила 11 радова, 5 у врхунским међународним часописима, 3 у водећим, 3 у међународним часописима.

- 1 рад у врхунском међународном часопису, *Journal of Luminescence* (IF (2020) = 3.599, SNIP (2018) = 0.95).
- 3 рада у врхунском међународном часопису, *Journal of Raman Spectroscopy* (IF (2021) = 3.133, SNIP (2021) = још није одређен, IF (2019) = 2,809, SNIP (2019) = 0,99, IF (2018) = 2,809, SNIP (2018) = 1,06).
- 1 рад у врхунском међународном часопису, *Materials Research Bulletin* (IF (2017) = 2,873, SNIP (2017) = 0.87).
- 2 рад у истакнутом међународном часопису, *Physica E: Low Dimensional Systems and Nanostructures*, (IF (2020) = 3.382, SNIP (2020) = 0,94, IF (2018) = 3.176, SNIP (2018) = 0,88)
- 1 рад у истакнутом међународном часопису, *Optical Materials* (IF (2017) = 2,320, SNIP (2017) = 1.05).
- 2 рада у међународном часопису, *Optoelectronics and Advanced Materials, Rapid Communications*, (IF (2019) = 0.445, SNIP (2019) = 0.36, IF (2022) = 0.556, SNIP (2022) = још није одређен,).
- 1 рад у међународном часопису, *Optical and Quantum Electronics*, (IF (2018) = 1.547, SNIP (2018) = 0.66).

Библиографски показатељи сумирани су у следећој табели:

| | IF | M | SNIP ♦ |
|---------------------|--------|------|--------|
| Укупно | 26.659 | 64 | 8.88 |
| Усредњено по чланку | 2.424 | 5,82 | 0.801 |
| Усредњено по аутору | 3.125 | 7.59 | 1.034 |

♦ Како до дана подношења овог документа није одређена СНИП вредност за рад публикован 2022. године у часопису *Optoelectronics and Advanced Materials, Rapid Communications* у табели је коришћена вредност за 2021. годину.

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

Др Хацић је од почетка своје научне делатности запослена на Институту за физику у Београду, где у оквиру Лабораторије за истраживања у области електронских материјала изводи већину експеримената. Сарађивала је и са другим

групама у којима су изучавани различити материјали где је колегиница др Бранка Хацић дала допринос како у комплексној карактеризацији испитиваних узорака тако и у свеобухватној анализи утицаја синтезе на изглед Раманових и фотолуминесцентних спектра.

Кандидат остварује важан допринос у публикацијама, тамо где је први аутор самостално обавља експерименталан рад, обраду и анализу добијених резултата, а као један од коаутора доприноси како експерименталном раду тако и омогућава боље сагледавање, разумевање и интерпретацију добијених резултата. Такође кандидат је својим радом допринела и покретању нових праваца у оквиру постојећих истраживања као и почетку истраживања у новим областима науке и примене Раманове спектроскопије.

Др Бранка Хацић учествује на пројектима у оквиру Споразума о научној сарадњи између Пољске академије наука и Српске академије наука и уметности:

- Elementary excitations in semimagnetic nanocrystals and nanostructures, 2008-до данас.
- Elementary excitations in semimagnetic crystals and structures, 2005-2007.

Као резултат ове сарадње публиковано је укупно 24 рада, а од претходног избора у звање 4 рада, на којима је др Бранка Хацић или први аутор или један од коаутора. Кандидаткиња је више пута боравила на Институту за физику, Пољске академија наука, такође је примила и неколико посета.

1.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидат др Бранка Хацић је активно учествовала и дала значајан допринос при изради три докторске дисертације колегиница Милице Петровић, Мартине Гилић и Јелене Митрић што је јасно уочљиво из захвалница у тим докторатима.

1.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Свих 52 рада др Бранке Хацић су експерименталне природе, што често подразумева сарадњу више институција. Имајући то у виду, број коаутора на појединим радовима је већи од 7 и нормирањем бодова тих радова у складу са Правилником Министарства о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата укупан нормирани број М радова

износи 50,015 што је и даље знатно више од захтеваног минимума од 30 М бодова за избор у звање виши научни сарадник.

Др Бранка Хацић је коаутор једног патентног решења:

П. Коларж, М. Ћурчић, М. Гилић, Б. Хацић, *Модификовани носач за вертикално позиционирање таблетних узорака од прашикастог материјала који је део коморе за вакумирање и хлађење која се користи у спектроскопским мерењима*, Регистар малих патената Завода за интелектуалну својину МП2018/0028 од 19.06.2018. године.

1.4. **Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

Др Бранка Хацић учествује на пројектима Министарства просвете и науке као и на међународним пројектима.

- Била је на ангажована на пројекту Интегралних интердисциплинарних истраживања Министарства просвете и науке Републике Србије – **Оптоелектронски нанодимензиони системи – пут ка примени**, број 45003, 2011–2020.
- Претходно је била ангажована на пројекту основних истраживања – **Спектроскопија елементарних екситација код полумагнетних полупроводника** (2007–2010).

Др Бранка Хацић учествује на пројектима у оквиру Споразума о научној сарадњи између Пољске академије наука и Српске академије наука и уметности:

- Elementary excitations in semimagnetic nanocrystals and nanostructures, 2008-до данас.
- Elementary excitations in semimagnetic crystals and structures, 2005-2007.

Кандидаткиња је руководила потпројектом "Испитивање електричних карактеристика нових материјала и пројектовање сензора са оптичким влакнима" на пројекту Оптоелектронски нанодимензиони системи - пут ка примени.

Др. Бранка Хацић учествује и на пројекту научног фонда Републике Србије (ИДБЕ) **Нано објекти у сопственој матрици- својствени композити (NOOM-SeC)**, број 7504386, 2022.-2025, где руководи потпројектом "Обрада података и моделовање".

1.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Др Хаџић је чланица Српског керамичког друштва, Друштва физичара, Друштва за ЕТРАН и Оптичког друштва Србије.

Такође, била је члан члан Научно-организационог комитета Конференције младих истраживача у периоду од септембра 2013 до септембра 2021. године.

Др. Хаџић је рецензент је у часописима Journal of Raman spectroscopy, Journal of Alloys and Compounds, Applied Physics Letters, Acta Physica Polonica A,...

1.6. Утицај научних резултата

Радови др Бранке Хаџић су цитирани више од 318 пута без аутоцитата према бази података Web of Science. Према тој бази Хиршов фактор кандидата је 10, док је према бази података Scopus Хиршов фактор 11, а на Google Scholar је Хиршов фактор кандидата је 14.

1.7. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Др Бранка Хаџић своја истраживања реализује у Институту за физику у Београду. Кандидаткиња је дала кључан допринос у свим радовима где је први аутор, значајно је допринела сваком раду на коме је активно учествовала и дала је одлучујући допринос већини радова на којима је потписана. Њен допринос се огледа у самосталном експерименталном раду, обради добијених резултата као и анализи добијених података. Пошто је реч о експерименталној физици, постављање и извођење експеримента представља значајан део кандидаткињине научне активности, у шта спада припрема апаратуре и припрема узорака за експеримент, али и обрада резултата мерења уз коришћење одговарајућих теоријских модела који подупиру њен експеримент; као и у писању научних чланака и комуникацији са рецензентима. Такође, допринос кандидаткиње представља и рецензирање чланака.

Др Бранка Хаџић је проширила област истраживања и покренула сарадњу на пољу наномедицине са проф. др Браниславом Миловановићем, редовним професором Медицинског факултета у Београду и начелником одељења за кардиологију КБЦ Бежанијска коса, где се бави проучавањем проблема

програмираног плацеба. Као резултат те сарадње др Бранка Хаџић је одржала и четири предавања по позиву на међународној конференцији (Neurocard - International meeting on Neurocardiology and Noninvasive electrocardiology). Овом сарадњом указала је на могућности и значај коришћења Раманове спектроскопије у фармацији и медицини.

У оквиру својих истраживања др Бранка Хаџић је отворила и ново поглавље истраживања усмеривши пажњу на испитивање утицаја загревања узорака ласерским зрачењем.

1.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

Др Бранка Хаџић је до сада одржала укупно пет предавања по позиву, једно након претходног избора у звање

- The Fifth International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2013, Belgrade October 17-18, 2013.
- The Sixth International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2014, Belgrade October 16-17, 2014.
- The VII International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2015, Belgrade October 16-17, 2015, Scientific programme and Book of Abstracts 64(2015)
- The VIII International Symposium of Neurocardiology, Neurocard 2016, Belgrade October 14-15, 2016,
- 13th Photonics Workshop, Kopaonik, March 08-12, 2020, Book of Abstracts 49(2020)

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем:

С обзиром на разноврсност и оригиналност научних достигнућа др Бранке Хацић, као и њено значајно искуство у међународној сарадњи и педагошком раду, сматрамо да је кандидаткиња достигла високу научну зрелост и компетентност. Кандидаткиња апсолутно испуњава како квалитативне тако и квантитативне услове за избор у звање виши научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно – истраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Имајући у виду квалитет њеног научно – истраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да усвоји предлог за избор др Бранке Хацић у звање виши научни сарадник.

У Београду,

14.10.2022.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ



др Небојша Ромчевић
научни саветник
Институт за физику у Београду

**МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА
СТИЦАЊЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА**

За природно-математичке и медицинске струке (попунити одговарајући део)

| | | | |
|---|---|------------------|---------------------------|
| Диференцијални услов - од првог избора у претходно звање до избора у звање: | Потребно је да кандидат има најмање N поена, који треба да припадају следећим категоријама: | | |
| | | Неопходно N | Остварено (нормирано*) |
| Виши научни сарадник | Укупно | 50 | 81,5 (67,515) |
| | $M10+M20+M31+M32+M33$ $+M41+M42+M90 \geq$ | 40 | 79,5 (65,518) |
| | $M11+M12+M21+M22+M23 \geq$ | 30 | 64 (50,015) |

*Нормирање је извршено у складу са Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.