

**Назив НИО који подноси захтев: Институт за физику у Београду**

**РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА**

**I Општи подаци о кандидату**

Име и презиме: Димитрије Степаненко

Година рођења: 1974.

ЈМБГ: 1307974742022

Назив институције у којој је кандидат стално запослен:

Институт за физику у Београду

Дипломирао: 1998. године, Физички факултет, Универзитет у Београду

Докторирао: 2005. године, Државни универзитет Флориде, САД

Постојеће научно звање: виши научни сарадник

Научно звање које се тражи: виши научни сарадник (реизбор)

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: -

Виши научни сарадник: 29. 01. 2014.

21. 10. 2019. (реизбор)

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

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

	број	вредност	укупно (норм.)
M21a =	2	10	20 (15,56)
M21 =	2	8	16 (11,64)

**IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1 Правилника):**

**4.1. Квалитет научних резултата**

**4.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова**

Др Димитрије Степаненко је у свом досадашњем раду покренуо теме контроле спинова у квантним тачкама прилагођавањем временске зависности контролних параметара и спин-електричне интеракције у молекуларним магнетима. Објавио је 22 рада у међународним часописима категорије M20, од чега седам радова у часописима категорије M21a, 12 у часописима категорије M21, два у часописима категорије M22 и један у часопису категорије M23. Поред радова у часописима, објавио је једно поглавље у монографији категорије M13, а на међународним конференцијама има једно предавање по позиву категорије M32, једно саопштење

категорије M33 и 15 саопштења која спадају у категорију M34. Такође има једно предавање по позиву са националне конференције категорије M62.

У периоду од реизбора у звање виши научни сарадник, кандидат је објавио два рада у часописима категорије M21a и два рада у часописима категорије M21.

Пет најзначајнијих радова кандидата су:

1. Mircea Trif, Filippo Troiani, **Dimitrije Stepanenko**, and Daniel Loss  
*Spin-Electric Coupling in Molecular Magnets*  
Phys. Rev. Lett. **101**, 217201 (2008).  
M21a, цитиран 171 пута по Web of Science
2. Marko J. Rančić and **Dimitrije Stepanenko**  
*Coherent manipulation of single electron spins with Landau-Zener sweeps*  
Phys. Rev. B **94**, 241301(R) (2016).  
M21, цитиран 5 пута по Web of Science
3. **D. Stepanenko**, M. Trif, O. Tsyaplyatyev, and D. Loss  
*Field-dependent superradiant quantum phase transition of molecular magnets in microwave cavities*  
Semicond. Sci. Technol. **31**, 094003 (2016).  
M22, цитиран 9 пута по Web of Science
4. M. Milivojević and **D. Stepanenko**  
*Effective spin Hamiltonian of a gated triple quantum dot in the presence of spin-orbit interaction*  
J. Phys. Condens. Matter **29**, 405302 (2017).  
M22, цитиран 5 пута по Web of Science
5. **D. Stepanenko**, Mark Rudner, Bertrand I. Halperin, and Daniel Loss  
*Singlet-triplet splitting in double quantum dots due to spin-orbit and hyperfine interactions*  
Phys. Rev. B **85**, 075416 (2012).  
M21, цитиран 44 пута по Web of Science

У првом раду кандидат је представио откриће интеракције спинова у молекуларним магнетима са електричним пољем. Иако директна интеракција не постоји, корелације спинова у нискоенергетским стањима остављају могућност да електрично поље утиче на стања више спинова. Пронађена је форма интеракције и идентификовани су вишеспински степени слободе на које електрично поље утиче. Из ових резултата добијен је метод којим се може унапредити коришћење молекуларних магнета као кубита у квантним рачунарима базираним на спину. Кандидатов резултат је иницирао истраживања у пољу молекуларних магнета и спинтроники базиране на молекулима. Ефекат је потврђен у електронској спинској резонанци молекула у којима три јона бакра носе спински угаони момент. На основу овог резултата и каснијих истраживања спин-електричне интеракције, покренути су пројекти MagMaNet, ELFOS, и MolSpinQIP у којима су испитиване могућности електричне контроле спинова у молекулима и спинтроники базиране на овом ефекту.

Други рад представља нови облик контроле спинова помоћу временски зависних електричних поља. За разлику од претходних метода који се ослањају на контролу облика напонских импулса којим се контролише електрично поље, нови облик контроле се заснива на Ландау-Зенер прелазу између нивоа пуне и нивоа празне квантне тачке. Специфичност овог метода је да не захтева прецизно познавање параметара система за прецизну примену квантног логичког кола. Кандидат је показао да релативна неосетљивост прелаза на детаље система и спољног контролног поља чини прелаз неосетљивим на декохеренцију. Овај метод је повод за даљи развој метода временски зависне контроле.

У трећем раду показано је да систем молекуларних магнета који интерагују са квантизованим пољем резонантне шупљине може имати основно стање које садржи макроскопски средњи број фотона. Испитани су услови под којима овакав прелаз може настати и дискутован је однос овог резултата са предвиђањима стандардних модела квантне оптике за интеркцију емитера и поља. Кандидат је показано да у основном стању после фазног прелаза молекула карактерише флукутирајућа електрична поларизација у равни спинских центара.

У четвртном раду изведен је пертурбативни облик интеракције спинова у трострукој квантној тачки дефинисаној металним електродама нанесеним на супстрат дводимензионалног електронског гаса у III-V полупроводнику. Геометрија тачака је неубичајена у томе да тачке не леже на правцу, већ образују троугао у равни дводимензионалног електронског гаса. Кандидат је пронашао пертурбативни облик ефективне троспинске интеракције спинова. Ова интеракција показује да је киралност спинске структуре важан квантни број и у стањима ниске симетрије.

У петом раду, кандидат је представио метод којим се у укупној вероватноћи промене спина при тунеловању електрона између две квантне тачке могу раздвојити доприноси различитих интеракција. За то је користио разлику у орбиталним стањима насталим после промена спина изазване спин-орбитном и нуклеарном хиперфином интеракцијом. Параметри квантних тачака одређују амплитуде преласка. Међутим, разлика фаза амплитуда два прелаза омогућује да се доприноси две интеракција јасно дискриминишу у зависности вероватноће тунеловања од спољних параметра. Резултати експеримента потврђују облик израчунате зависности и мере однос интензитета спин-орбитне и нуклеарне хиперфине интеракције у реалним системима.

#### ***4.1.2. Цитираност научних радова кандидата***

Према подацима о цитираности аутора изведених из базе Web of Science, радови чији је кандидат коаутор цитирани су 893 пута, од чега 868 пута без аутоцитата, а Хиршов индекс је 12.

#### ***4.1.3. Параметри квалитета радова и часописа***

Кандидат је у досадашњој каријери објавио седам радова у часописима категорије M21a, и то четири у Physical Review Letters, један у Ceramics International, један у Cellulose и један у Scripta Materialia. У часописима категорије M21, објавио је 12 радова, од тога девет у Physical Review B, један у Journal of Physics D: Applied

Physics, један у Journal of Biophotonics и један у Journal of Magnetism and Magnetic Materials. У часописима категорије M22 објавио је три рада, по један у Journal of Physics: Condensed Matter, Semiconductor Science and Technology и Inorganica Chimica Acta. Кандидат је аутор поглавља “Molecular Magnets for Quantum Information Processing у монографији Molecular Magnets, Physics and Applications” (Springer, 2014) и поглавља “Transport properties of nanoscopic solids as probed by spectroscopic techniques” у монографији “Fundamentals and Properties of Multifunctional Nanomaterials” (Elsevier, 2021).

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидата у релевантном периоду дати су у доњој табели. Она садржи импакт факторе (ИФ) радова, M20 бодове радова по категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП) (најбоља вредност из периода до две године уназад од објаве рада). 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 M20 категоријама.

	ИФ	М	СНИП
Укупно	15,57	36	4,69
Усредњено по чланку	3,89	9,00	1,17
Нормирано на број аутора	2,92	6,69	0,91

#### ***4.1.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству***

Кандидат је развијао идеје и рачунске и нумеричке методе потребне за решавање проблема у дискусијама са сарадницима. Основне идеје за разматрање проводности прстенова и спин-електричне интеракције потичу од кандидата, док су за проблеме који се баве спиновима у квантним тачкама идеје резултат дискусија са сарадницима, тако да су заједничке, са значајним доприносом кандидата. У истраживању електричних особина мултифероичних филмова, кандидат је допринео теоријским увидом у процесе који се могу одиграти у испитиваним материјалима и указивањем на интересантне детаље, док је основна идеја потекла из круга осталих сарадника. У радовима о класичним особинама наноструктура, кандидат је допринео теоријским израчунавањима и обради резултата мерења, док основне идеје потичу од осталих аутора.

Сви теоријски резултати имају значајан допринос кандидата, док је нумерички део посла равномерно подељен међу свим сарадницима. Око једне трећине нумеричких израчунавања су резултати кандидата, док је остатак самостални допринос осталих сарадника. У раду на проблемима спин-електричног ефекта, поред доприноса теоријском разматрању и нумеричким израчунавањима, кандидат је организовао поделу рада међу сарадницима.

Кандидат сарађује са групама за теоријску физику кондензованог стања Универзитета у Базелу, Швајцарска, групом за квантну физику наносистема на Институту у Орсеју, Француска, групом за квантну спинтронику на Универзитету Констанц, Немачка, групом за молекуларни магнетизам на Националном центру за нанотехнологију у Модени, Италија, групом за неорганску хемију

Универзитета у Валенсији, Шпанија и групом за физику квантне информације на институту Magtop Пољске академија наука, Варшава. Руководиоци ових група су Данијел Лос, Паскал Симон, Гвидо Буркард, Марко Афронте, Еугенио Коронадо и Мирча Триф.

#### **4.1.5. Награде**

Кандидат је добитник следећих награда:

1. Presidential University Graduate Fellowship, Boston University. Стипендија за постдипломске студије на Универзитету у Бостону. Једна до две овакве награде се додељују студентима природних наука на овом универзитету сваке године.
2. Dirac-Hellman award for theoretical physics. Једна награда годишње се додељује студентима постдипломских студија или научним сарадницима на Државном Универзитету Флориде.

#### **4.2. Ангажованост у формирању научних кадрова**

Кандидат је био ментор мастер рада Зорице Ристић на Физичком факултету Универзитета у Београду. Био је коментатор докторске дисертације др Симона Иерина, одбрањене на Универзитету Модене и регије Емилија у Италији.

Кандидат је такође био члан комисије која организује такмичења из физике ученика средњих школа у Србији. Сарађује са Истраживачком станицом Петница.

#### **4.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења**

Радови кандидата од последњег реизбора у звање виши научни сарадник са темама о наноструктурираним кристалним материјалима су теоријски и експериментални резултати са до четири аутора и улазе са пуном тежином. Радови о класичним наноструктурама су теоријски и експериментални са великим бројем аутора и улазе са тежинама 0,56 и 0,46.

Укупан број М бодова које је кандидат остварио у изборном периоду је 36, а након нормирања тај број је 27,2. Ова разлика не утиче на квантитативну процену његових резултата.

#### **4.4. Руководијење пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

Кандидат је руководио пројектима билатералне сарадње са Савезном Републиком Немачком (пројекат 3, 2014-15), Републиком Француском (451-03-39/2016/09/16) и Швајцарском (SCOPES-IZ73Z0\_152500), од 2014. до 2018. година. У оквиру националног пројекта ОН171032 од 2013. до 2019. године руководио је пројектним задатком који се бави утицајем локалних електричних поља на спинове у наноструктурираним материјалима. Учествовао је у мрежи међународне сарадње у области молекуларне спинтронике у оквиру пројекта COST-MOLSPIN, где је био заменик руководиоца радне групе за област квантних информација.

#### **4.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

Кандидат је био члан комисије за организовање такмичења из физике за ученике средњих школа у Србији.

Рецензент је у часописима Nature, Nature Materials, Nature Quantum Inforamtion, Nature Scientific Reports, Physical Review Letters, Physical Review B. Био је рецензент пројекта у оквиру програма Истраживачког савета Европе (ERC Grant).

#### **4.6. Утицај научних резултата**

Утицај научних резултата огледа се у подацима о цитираности, наведеним у секцији 4.1.2.

Кандидатови резултати су стандардне референце за манипулацију спинова коришћењем ефекта спин-орбитне интеракције и за електричну контролу молекуларних магнета.

#### **4.7. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Кандидат је значајно допринео сваком раду у коме је учествовао.

Он је зачетник две уске области у контроли спинова помоћу електричних поља. Развио је метод коришћења временске зависности електричних импулса као контролног механизма за спинове. Овај метод користи некомутирање ефективних спинских хамилтонијана узетих у различитим тренуцима током примене импулса. Ненулни комутатори производе интеракцију спинова која не постоји у тренутним хамилтонијанима а користи се у примени квантних логичких кола. Метод је коришћен и за мерење интензитета интеракција које не очувавају спинове. Друга област је интеракција композитних спинских степени слободе у молекуларним магнетима са спољним електричним пољима. Обе области развија у сарадњи са колегама у иностранству и у Србији.

#### **4.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности**

Од претходног избора у звање, кандидат је одржао предавања о својим истраживањима у групама код којих је гостовао, на Универзитету Констанц у Немачкој и на Универзитету у Валенсији у Шпанији, као и предавање о спиновима у полипептидима на међународној конференцији о хемији природних производа у Београду.

У претходном периоду је одржао предавање по позиву на конференцији The 19th Symposium on Condensed Matter Physics, Belgrade, Serbia, 2015.

## V Оцена комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем:

Др Димитрије Степаненко у потпуности испуњава све услове за реизбор у звање виши научни сарадник предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација. У досадашњој каријери остварио је оригиналне и веома значајне научне резултате који побољшавају наше разумевање својстава материјала која зависе од њихове наноструктуре. Посебно истичемо и његово значајно искуство у међународној сарадњи и педагошком раду.

Имајући у виду квалитет научноистраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности кандидата, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за реизбор др Димитрија Степаненка у звање виши научни сарадник.

Београд, 04. 04. 2024. године



**ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ**  
**др Антун Балаж**  
**научни саветник**  
**Институт за физику у Београду**

## МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА

### За природно-математичке и медицинске струке

Диференцијални услов	Потребно је да кандидат има најмање $N$ поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно $N$	Остварено (нормирано*)
<b>Виши научни сарадник</b>	Укупно	$50/2=25$	<b>36 (27,2)</b>
	$M10+M20+M31+M32+M33$ $+M41+M42+M90 \geq$	$40/2=20$	<b>36 (27,2)</b>
	$M11+M12+M21+M22+M23 \geq$	$30/2=15$	<b>36 (27,2)</b>

\*Нормирање је извршено у складу са Правилником о стицању истраживачких и научних звања.