

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: Чедомир Петровић
Година рођења: 1971
ЈМБГ: 2001971710083
Назив институције у којој је кандидат стално запослен:
Национална Лабораторија Брукхејвен, САД

Дипломирао:
1996. године, Физички Факултет, Универзитет у Београду
Докторска дисертација:
2000. године, Државни универзитет Флориде, Талахаси, САД

Постојеће научно звање: -
Научно звање које се тражи: научни саветник
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:

-

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

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

Радови објављени у последњих 15 година:

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21a	10	33	330	260,39
M21	8	167	1336	1202,21
M22	5	22	110	102,15
M23	3	11	33	28,87

IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1 Правилника):

1 Квалитет научних резултата

1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Чедомир Петровић је у свом досадашњем раду објавио 271 рад у међународним часописима са ISI листе, од којих 51 у категорији M21a, 179 у категорији M21, и 11 у категорији M23. У последњих 15 година је објавио 233 рада у међународним часописима са ISI листе од којих 33 у категорији M21a, 167 у категорији M21, 22 у категорији M22 и 11 у категорији M23. Као пет најзначајнијих радова кандидата могу се узети (број цитата је дат на основу базе Web of Science):

1. Spin resonance in the d-wave superconductor CeCoIn₅, C. Stock, C. Broholm, J. Hudis, H. J. Kang and **C. Petrovic**, Phys. Rev. Lett. 100, 087001 (2008)

M21a, ИФ=7.301, цитиран 222 пута

2. Pauli-limited upper critical field of Fe_{1+y}Te_{1-x}Se_x, H. Lei, R. Hu, E. S. Choi, J. B. Warren and **C. Petrovic**, Phys. Rev. B 81, 094518 (2010)

M21, ИФ=3.774, цитиран 100 пута

3. Imaging Cooper pairing of heavy fermions in CeCoIn₅. M. P. Allan, F. Massee, D. K. Morr, J. Van Dyke, A. W. Rost, A. P. Mackenzie, **C. Petrovic** and J. C. Davis, Nature Physics 9, 468 (2013)

M21a, ИФ=20.603, цитиран 138 пута

4. Anisotropic giant magnetoresistance in NbSb₂, Kefeng Wang, D. Graf, Lijun Li, Limin Wang and **C. Petrovic**, Scientific Reports 4, 7328 (2014)

M21a, ИФ=5.578, цитиран 117 пута

5. Room-temperature Skyrmion Thermopower in Fe₃Sn₂, Q. Du, M. G. Han, Y. Liu, W. Ren, Y. Zhu and **C. Petrovic**, Advanced Quantum Technologies 3, 2000058 (2020)

(објављен у септембру 2020)

У раду 1 демонстрирана је могућност нееластичног расејања неутрона на *heavy fermion* суперпроводнику CeCoIn₅. То је прво мерење магнетних ексцитација и спинских флукутација у овом материјалу. Таласни вектор магнетног уређења је врло сличан CeIn₃ као и магнетна кохеренциона дужина. Дакле, магнетна анизотропија се не разликује много од тродимензионалних тешких фермиона. Међутим, оштра спинска резонанца настаје уласком у суперпроводно стање што указује на јаку везу између *f* електрон магнетизма и суперпроводности која није изотропна на Ферми површи већ има облик *d* таласа. *Дојринос: синџејисао кристјале и џиме омојућио експериментј у сарадњи са јрујом за расејање неујрона на Џонс Хојкинс Универзијешу.*

У раду 2 демонстрирано је врло велико горње критично поље у суперпроводнику на бази гвожђа. Анизотропија поља је врло мала и скоро сасвим

нестаје кад $T \rightarrow 0$. Анализа механизма горњег критичног поља демонстрира приличан спин парамагнетни механизам сламања куперових парова. Ово је један исечак из серије радова о открићу и карактеризацији разних гвоздених суперпроводника у високим магнетним пољима, а који су сабрани у ревијалном раду (монографији) по позиву: Iron chalcogenide superconductors at high magnetic fields, Hechang Lei, Kefeng Wang, Rongwei Hu, Hyejin Ryu, Milinda Abeykoon, Emil S. Bozin and C. Petrovic, Sci. Technol. Adv. Mater. 13, 054305 (2012). *Дојринос: осмислио је њему рада и руководио радом као шеф тиму, мениџор студентима и постдокторским истраживачима.*

У раду 3 први пут је експериментално утврђен енергетски процеп на појединим зонама у импулсном простору на неком суперпроводнику из фамилије тешких фермиона. Преко интерференције Богољубов квазичестица методом скенирајућег тунелног микроскопа то је урађено на кристалима CeCoIn_5 . Енергијски процеп је највећи на електронским стањима која одговарају тешким електронима са великим кристалним импулсом, и сагласан је са $d_{x^2-y^2}$ симетријом као код бакарних оксида. Заједно са радом Direct evidence for a magnetic f -electron-mediated Cooper pairing mechanism of heavy-fermion superconductivity in CeCoIn_5 , J. S. Van Dyke, F. Massee, M. P. Allan, J. C. Seamus Davis, C. Petrovic and D. Morr Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 32, 11663 (2014) заокружује доказивање преко експеримента и теорије да се Куперови парови у тешким фермион суперпроводницима спарују преко магнетне интеракције. *Дојринос: синтетицао кристале и тиме омогућио експерименту у сарадњи са тимом за скенирајућу тунелну микроскопију са БНЛ/Корнел универзитетима.*

У раду 4 откривен је несатурисан и анизотропан гигантски магнетоотпор у ниобијум диантимониду релативно једноставне кристалне структуре који показује карактеристике Дираковог семиметала. Магнетно поље индукује сламање симетрије временске инверзије штап може да доведе до реконструкције Диракове ферми површи. Дибизмутни материјали повезани са NbSb_2 показују не само квази дводимензионални транспорт са Дираковим стањима у кристалној структури слично површинама тополошких изолатора већ и контролу минимума енергијских стања у кристалу путем магнетног поља. Ово је део серије радова о Дираковим стањима у кристалима материјала са јаким електронским корелацијама у 112 структурама (видети листу публикација). *Дојринос: осмислио је њему рада и руководио радом као шеф тиму, мениџор студентима и постдокторским истраживачима.*

У раду 5 приказана је прва термоелектрична детекцију скирмиона на собној температури у простом термалном градијенту у квази дводимензионом кристалу Fe_3Sn_2 , Kagome Dirac материјалу са тешким Дираковим фермионима. Скирмионске структуре су пример конволуције јаким електронских корелација и тополошких карактеристика материјала. Резултати отварају могућност развоја технологија за складиштење информација и спинске калориметрије користећи манипулацију скирмиона преко термалног градијента. Рад је део серије радова о дводимензионим магнетним материјалима која кулиминира са ревијалним радом (монографијом) по позиву за ACS Nano који ће бити објављен 2021 године. *Дојринос: осмислио је њему рада и руководио радом као шеф тиму, мениџор студентима и постдокторским истраживачима.*

1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према бази Web of Science на дан 17. 6. 2021. године радови Чедомира Петровића су цитирани 10392 пута, односно 9626 пута ако се урачунају само хетероцитати, уз h-индекс једанк 46.

1.3 Параметри квалитета часописа

Укупна Каријера

	ИФ	М	СНИП
Укупно	$\Sigma ИФ_i=1115,984$	$\Sigma М_i=1861,64$	$\Sigma СНИП_i=399,263$
Усредњено по чланку	$\Sigma ИФ_i/Ч=4,118$	$\Sigma М_i/Ч=6,87$	$\Sigma СНИП_i/Ч=1,473$
Усредњено по аутору	$\Sigma(ИФ_i/A_i)=201,201$	$\Sigma(М_i/A_i)=383,037$	$\Sigma(СНИП_i/A_i)=75,319$

Последњих 15 година (од 1. јуна 2006.)

	ИФ	М	СНИП
Укупно	$\Sigma ИФ_i=987,548$	$\Sigma М_i=1593,62$	$\Sigma СНИП_i=338.296$
Усредњено по чланку	$\Sigma ИФ_i/Ч=4,238$	$\Sigma М_i/Ч=6,84$	$\Sigma СНИП_i/Ч=1.452$
Усредњено по аутору	$\Sigma(ИФ_i/A_i)=183,94$	$\Sigma(М_i/A_i)=341.509$	$\Sigma(СНИП_i/A_i)=66.304$

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

Опис је дат у одељку 3.7 као и у списку пет најзначајнијих радова.

1.5 Награде

- Српска физичарска награда "Марко Јарић" за 2009. годину
- Humboldt fellowship for Experienced Researchers 2011-2014,
- Српска Академија Наука и Уметности – инострани члан (од 2015. године),
- APS Fellow изабран 2016. године

1.6 Елементи применљивости научних резултата

Научни резултати кандидата су из базичне науке која је чини основу за разумевање и синтезу материјала који се користе у енергетици и информационим технологијама. Рад на једињењу MgB_2 резултирао је патентом за његову синтезу из 2002. године.

2 Ангажовање у формирању научних кадрова

Др Чедомир Петровић је до сада био ментор три одбраћене докторске дисертације (Rongwei Hu, Hyejin Ryu, Qianheng Du) и две чија је израда у току (Zhixiang Hu, Shuzhang Chen).

- 1) Rongwei Hu (2005-2009) је дисертацију одбранио 2009. године на Brown Универзитету. (Следећа позиција: Ameslab постдок. Тренутна позиција: Rutgers Center for Advanced Materials, научник.)
- 2) Hyejin Ryu (2010-2014) је дисертацију одбранио 2014. године на Stony Brook универзитету. (Следећа позиција: постдок на Лоренс Беркли Лабораторији. Тренутна позиција: KIST Seoul Senior Scientist.)
- 3) Qianheng Du (2016-2020) је дисертацију одбранио 2020. године на Stony Brook универзитету. (Следећа позиција: постдок на ANL.)

Посебно треба истаћи да је Чедомир Петровић руководио радом већег броја постдокторских истраживача, као и гостујућих истраживача који су потом наставили са веома успешним научним каријерама.

- 1) Xiangde Zhu, гостујући научник 2009. (Тренутна позиција: Scientist, High Magnetic Field Laboratory (HMFL) Chinese Academy of Sciences (CAS) Hefei.
- 2) Hechang Lei, постдок 2009-2012. (Следећа и тренутна позиција: Професор Renmin Univ. Beijing.)
- 3) Kefeng Wang, гостујући научник 2010-2012, постдок 2013-2014. (Следећа позиција: Univ. of Maryland, постдок. Тренутна позиција: Rutgers Center for Emergent Materials.)
- 4) Lijun Li, гостујући научник 2013-2014. (Тренутна позиција: Научник, Laboratory for Nanomedicine KAUST.)
- 5) Yongchang Ma, гостујући научник 2013-2014. (Тренутна позиција: Професор физике, Tianjin University of Technology, Tianjin.)
- 6) Weijun Ren, гостујући научник 2014-2015. (Тренутна позиција: научник, Shenyang National Laboratory for Materials Science CAS, Shenyang.)
- 7) Aifeng Wang, постдок 2014-2018. (Следећа и тренутна позиција: Ванредени Професор физике, Chongqing Univ.)
- 8) Jianjun Tian, гостујући научник 2015-2016. (Тренутна позиција: Професор физике, Henan University, Kaifeng.)
- 9) Yu Liu, постдок 2016-2020. (Следећа и тренутна позиција: LANL Director Fellow.)

3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Цела каријера: M21a: 51, M21: 179, M22: 30, M23: 11. Број бодова без нормирања: 2125 (радови) + 16 (патент) + 6 (зборници са међународних скупова) = 2147. Са нормирањем: 1883.64

Последњих 15 година: M21a: 33, M21: 167, M22: 22, M23: 11. Број бодова 1809 (радови) + 6 (зборници са међународних скупова) = 1815. Са нормирањем: 1599,62

4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

1. Field Work Proposal US DOE Office of Basic Energy Sciences, “Quantum Materials for Energy Science”. Primary Investigator (једини) 2018 – present. Око \$680,000/год.

2. Field Work Proposal US DOE Office of Basic Energy Sciences: “Exploratory Materials Synthesis and Characterization”. Primary Investigator (једини). Стартап 2002-2005, онда настављани 2005 – 2018. Око \$650,000/год.
3. Center for Computational Design of Functional Strongly Correlated Materials” Co-PI, 2015-2019. Око \$150.000/год.
4. Energy Frontier Research Center Center for Emergent Superconductivity. Co-PI 2009-2018. Око \$110.000/год.
5. Canadian Institute for Advanced Research Quantum Materials Program. Фондови за путовања чланова групе, 2008-2019 (око \$2-3000/год).
6. Humboldt Fellowship for Experienced Researchers 2011-2014. Око Euro 35,000 за Путовања и локалне трошкове. Око 10.000 Euro истраживачких фондова.
7. University of Tokyo Visiting Professor Program 2008. Плаћен боравак, путовање и локални трошкови.

5 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Рецензирање пројеката. Рецезент за многобројне пројекте Министарства енергије и Националне научне фондације САД (US DOE, US NSF), Немачке научне фондације (DFG), Европских агенција (European Research Council, European Science Foundation), Израелске научне фондације (ISF), научних издавачких кућа (World Scientific), Канадске Научне Фондације (NSERC – Canada Research Chair).

Рецензирање часописа. Рецезент за многобројне часописе као и за истраживачке предлоге за Националну Лабораторију за Висока Магнетна Поља САД (Талахаси и Лос Аламос) (NHMFL Tallahassee/LANL) и за Стенфордски Синхротрон (SSRL). Од журнала су приложени само неки из M21a категорије: Physical Review X, Physical Review Letters, Nature Materials, Nature Physics, Nature Reviews Physics, Nature Communications, npj Quantum Materials, Chemistry of Materials, Journal of The American Chemical Society, Nano Letters, Advanced Electronic Materials, Advanced Functional Materials.

Функције у друштвима, телима, комитетима:

1. US Department of Energy Basic Research Needs for Superconductivity 2006.
2. National High Magnetic Field Laboratory USA User Committee Member 2011-2014.
3. Brookhaven National Laboratory, Condensed Matter Physics and Materials Science Department seminar committee 2003-2004, 2016-present.
4. Brookhaven National Laboratory Council 2012-2014.
5. US Department of Energy Basic Research Needs for Synthesis Science 2016.
6. Brookhaven National Laboratory Energy and Photon Sciences Future Directions Working Group member 2017.

6 Утицајност научних резултата

Утицајност научних резултата кандидата је наведена у одељку 1. Пун списак радова са бројем цитата је дат у прилогу.

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

У коауторским радовима Чедомир Петровић показује комплетан развој научника објављујући:

- Утицајне радове где је први аутор на нивоу студента постдипломца где је акценат на развоју метода синтезе и иновативним мерењима у пројектима где је сениор аутор његов ментор Zachary Fisk. Примери:
 - а) *Heavy fermion superconductivity in CeCoIn₅ at 2.3 K*, C. Petrovic, P. G. Pagliuso, M.F. Hundley, R. Movshovich, J.L. Sarrao, J. D. Thompson, Z. Fisk and P. Monthoux J. Phys.: Cond. Matter Lett.13, L337 (2001). Цитиран 867 пута (827 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.
 - б) *A new heavy-fermion superconductor CeIrIn₅: a relative of the cuprates?* C. Petrovic, R. Movshovich, M. Jaime, P.G. Pagliuso, M.F. Hundley, J. L. Sarrao, Z. Fisk and J.D. Thompson Europhys. Lett. 53(3), 354 (2001). Цитиран 460 пута (445 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.

- Утицајне радове где ради у тиму аутора као постдокторски истраживач, са акцентом доприноса на развоју метода синтезе и на брзим стандардним мерењима у групи под руководством Paul Canfield-а. На пример:
 - а) *Boron isotope effect in superconducting MgB₂*. S. L. Bud'ko, G. Lapertot, C. Petrovic, C. E. Cunningham, N. Anderson and P.C. Canfield, Phys. Rev. Lett. 86, 1877 (2001). Цитиран 852 пута (842 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.
 - б) *Magnetoresistivity and H_{c2}(T) in MgB₂*. S. L. Bud'ko, C. Petrovic, G. Lapertot, C. E. Cunningham, P.C. Canfield, M-H. Jung and A. Lacerda. Phys. Rev. B 63 R220503 (2001). Цитиран 127 пута (124 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.

- Утицајне радове као независан научник и вођа своје групе на Националној лабораторији Брукхејвен. Ти радови укључују колаборативне радове који су идејно вођени од стране Чедомира и његове групе и радове који су вођени са другим групама у сарадњи где Чедомир и његова група обављају задатак синтезе материјала за одређене експерименте. Видети списак пет најзначајнијих радова као и рецимо:
 - а) *Anisotropic violation of a Wiedemann-Franz law at a quantum critical point*. M. Tanatar, J. Paglione, C. Petrovic and L. Taillefer, Science 316, 1320 (2007). Цитиран 96 пута (87 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.
 - б) *Quantum transport of two dimensional Dirac fermions in SrMnBi₂*. Kefeng Wang, D. Graf, Hechang Lei, S. W. Tozer and C. Petrovic. Phys. Rev. B 84, 220401 (2011). Цитиран 95 пута (93 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.
 - в) *Critical behavior of quasi-two-dimensional semiconducting ferromagnet Cr₂Ge₂Te₆*. Yu Liu and C. Petrovic. Phys. Rev. B 96, 054406 (2017). Цитиран 95 пута (93 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021. Цитиран 54 пута (45 хетероцитата) по Web of Science 18. Јуна 2021.

8 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

Списак одабраних значајних предавања МЗ2 у последњих десетак година укључује:

- Cedimir Petrovic, *Critical Behavior and Thickness-Dependent Magnetic Order in CrI3*, MRS Fall Meeting Boston 2019,
- Cedimir Petrovic, *Defect-induced colossal thermopower in FeSb₂*, *The 20th Symposium on Condensed Matter Physics*, Belgrade 2019,
- Cedimir Petrovic, *Superconducting Order from Disorder in 2D Charge Density Wave Materials*, European Materials Research Society (E-MRS) Meeting, Warsaw 2018,
- Cedimir Petrovic, *Superconductivity in KxFe₂-ySeSz*, APS March Meeting 2012, Boston USA.

Осим ових, било је и још предавања по позиву за које апстракти нису штампани на интернету па нису бодовани у укупном збиру бодова (квантитативна оцена) али се неки могу наћи на интернет линковима у прилогу.

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем:

Др Чедомир Петровић, запослен као научник у Националној лабораторији Брукхејвен, САД, је развио изузетну научну каријеру и његова група за синтезу и карактеризацију материјала на БНЛ-у је међу најпризнатијима у свету. Он је током своје каријере имао већи број радова са кључним открићима која су отворила нова поља истраживања како у области фундаменталне физике, тако и у науци о материјалима. У Чедомировој лабораторији су се едуковали бројни физичари који сада имају успешне самосталне каријере у САД, Кини и Јужној Кореји.

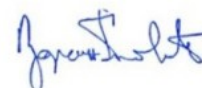
Из богатог научног опуса посебно можемо да издвојимо откриће суперпроводности у 115 структурама квазидвострумензионих тешких фермиона, (CeCoIn₅ и други), откриће метода синтезе магнезијум диборида које је значајно унапредило како основна истраживања преко брзе индикације суперпроводног механизма, тако и индустријске примене преко брзог, једноставног и јефтиног начина прављења. Потом издвајамо откриће FeSb₂ као новог Кондо изолатора и материјала са највећом термоснагом у природи, што је подстакло и велику активност у теоријском разумевању ових материјала. У новијем научном опусу се издвајају бројни радови на синтези и карактеризацији суперпроводника на бази гвожђа, откриће Диракових тополошких стања у SrMnBi₂ и CaMnBi₂ и њима сродним материјалима, као и открића нових двострумензионих ван дер Валс магнетних кристала.

Др Чедомир Петровић од 2009. године активно сарађује на пројектима Центра за физику чврстог стања и нове материјале, Центра изузетних вредности у оквиру Института за физику у Београду. Из ове сарадње, која и даље траје, до сада је објављено преко 20 радова у часописима највеће међународне репутације. Захваљујући свом изузетном научном прегнућу, сарадњи и доприносу развоју српског научног простора др Чедомир Петровић је 2015. године изабран за иностраног члана САНУ.

На основу података из извештаја се види да кандидат вишеструко испуњава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање научни саветник прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Због тога нам је велико задовољство да предложимо избор др Чедомира Петровића у звање научни саветник.

Београд, 26. 8. 2021.

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

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	272		
M10+M20+M31+ M32 +M33+M41+ M42+M90	200	1815	1599,62
M11+M12+ M21 + M22 + M23	142	1809	1593,62