

ПРИМЉЕНО: 09.01.2025			
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
	0801-1987/4		

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: Александер Ковачевић

Година рођења: 1963

ЈМБГ: 3101963714035

Назив институције у којој је кандидат стално запослен: Институт за физику у Београду

Дипломирао: 1988, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

Магистарски рад: 1994, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

Докторска дисертација: 2005, Електротехнички факултет, Универзитет у

Београду

Постојеће научно звање: виши 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: 2006.

Виши научни сарадник: 26.03.2014.; реизбор 18.05.2020.

### 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)
M22 =	3	5	15 (14,167)
M23 =	1	3	3 (2,500)

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број	вредност	укупно (нормирано)
M33 =	4	1	4 (3,833)
M34 =	9	0,5	4,5 (3,806)

5. Радови објављени у домаћим часописима националног значаја; научна критика; уређивање часописа (M50):

	број	вредност	укупно (нормирано)
M51 =	1	2	2 (2,000)

6. Предавања по позиву на скуповима националног значаја (M60):

	број	вредност	укупно (нормирано)
M62 =	1	1	1 (1,000)
M63 =	8	1	8 (7,833)
M64 =	5	0,2	1 (1,000)

#### 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 Александер Ковачевић је у свом досадашњем раду у Институту за физику покренуо истраживање интеракције ултрабрзих (фемтосекундних) ласерских снопова са разним неорганским и биолошким материјалима. Интеракција доводи до измене структуре површина материјала на суб-микронском нивоу чиме се мењају површинске особине материјала и њихов физички одговор, а тиме се отвара широко поље нових примена. Објавио је 30 радова у категорији M20 у међународним часописима, од којих је 7 категорија M21a, 2 у M21, 10 у M22, 11 у M23. Након последњег покретања поступка за реизбор у звање је објавио 4 рада категорије M20, од којих је 3 у M22, а 1 у M23.

Као пет најзначајнијих радова кандидата се могу узети:

1. (M21a Materials Science) Aleksander G. Kovačević, Suzana M. Petrović, Bojana M. Bokić, Biljana M. Gaković, Miloš T. Bokorov, Borislav Z. Vasić, Radoš B. Gajić, Milan S. Trtica, Branislav M. Jelenković, **Surface nanopatterning of Al/Ti multilayer thin films and Al single layer by a low-fluence UV femtosecond laser beam**, Applied Surface Science 326 (2015), pp.91-98; Doi: 10.1016/j.apsusc.2014.10.180; IF=3,150
2. (M21a Materials Science) Aleksander G. Kovačević, Suzana Petrović, Vladimir Lazović, Davor Peruško, Dejan Pantelić, Branislav M. Jelenković, **Inducing subwavelength periodic nanostructures on multilayer NiPd thin film by low-fluence femtosecond laser beam**, Applied Surface Science 417 (2017), pp.155-159; Doi: 10.1016/j.apsusc.2017.03.141; IF=4,439
3. (M22 Optics) Aleksander G. Kovačević, Suzana M. Petrović, Branislav Salatić, Marina Lekić, Borislav Vasić, Radoš Gajić, Dejan Pantelić, Branislav M. Jelenković, **“Inducing LIPSS on multilayer thin metal films by femtosecond laser beam of different orientations,”** Optical and Quantum Electronics 52 (6) (2020), a.301, (doi: 10.1007/s11082-020-02398-2)
4. (M22 Physics, Applied) Aleksander G. Kovačević, Suzana Petrović, Alexandros Mimidis, Emmanuel Stratakis, Dejan Pantelić, and Branko Kolaric, **“Molding Wetting by Laser-Induced Nanostructures,”** Applied Sciences – Basel 10 (17) (2020), a.6008 (doi: 10.3390/app10176008)
5. (M22 Physics - Condensed Matter) Nebojsa Romcevic, Marina Lekic, Aleksander Kovacevic, Novica Paunovic, Borislav Vasic, Maja Romcevic, **“Structural properties of femtosecond laser irradiation induced bismuth oxide based nano-objects in Bi12SiO20 (BSO) single crystal,”** Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures 148 (2023), a.115653 (doi: 10.1016/j.physe.2023.115653)

У првом раду су упоређени резултати интеракције ултрабрзог ласерског снопа са Al узорком у комаду и узорком састављеним од пет (Al /Ti) двослоја, при чему је сваки слој дебљине до 13 nm. Површинска модификација узорка је обављена фемтосекундним снопом мале флуенце а времена интеракције нису прелазила ~300 s. Формиране наноструктуре су ласерски индуковане површинске структуре (fs-LIPSS) са периодом <315 nm и висином ~45 nm. Површине покривене

наноструктурама као што су LIPSS могу имати своје примене код структурног обојења, појачања апсорпције, антирефлексионих филмова, биомедицинских и оптофлуидичних апликација, холографије, против- фалсификовања, декорације, архивирања података. Показано је: 1) да те структуре еволуирају од неравнина сличним LIPSS велике просторне фреквенције ка LIPSS мале просторне фреквенције ако је пређен праг флуенце; 2) број нископериодичних LIPSS расте са временом; 3) нископериодични LIPSS остају стабилни и после дугих времена експозиције. Остварени су периодичне структуре високог квалитета на површини вишеслојних нанометарских димензија интеракцијом са фемтосекундним снопом ниске флуенце. Поређење резултата једнослојног Al са вишеслојним узорцима показује да присуство Ti подслоја омогућава ефикаснији пренос топлоте кроз Al/Ti интерфејс даље од зоне интеракције. То је узроковало смањење аблационих ефеката и формирање регуларнијих паралелних структура.

Други рад испитује формирање ласерски индукованих паралелних структура на површини пет (Ni/Pd) двослојева, при чему је сваки слој дебљине до 13 nm. Интеракцијом ултрабрзог ласерског снопа са металном површином формирају се паралелне површинске структуре периода мањих од таласне дужине снопа. У овом раду су таласне дужине интеракција биле у видљивој и блиској инфрацрвеној области, трајање појединачног импулса  $\sim 100$  fs, а репетиција 76 MHz, док су снаге биле у опсегу од 175–195 mW. Демонстрирано је генерисање LIPSS скенирањем снопа мале флуенце по површини вишеслојних танких филмова. Структуре су идентификоване као LIPSS велике просторне фреквенције генерисан појавом површинског плазмона-поларитона. Правац скенирања у односу на правац поларизације утиче на промену просторног периода LIPSS због фазне разлике између улазне и индуковане осцилације.

У трећем раду је истражено како се формирају паралелне наноструктуре на површини која је изложена интеракцији са скенирајућим фемтосекундним снопом таласне дужине у видљивој и блиској инфрацрвеној области. Узорци су формирано као пет (Al/Ti) двослоја танких филмова, при чему је сваки слој (Al или Ti) био дебљине до 13 nm. Сноп је скенирао преко посматране површине прво у једном правцу, а после преко исте површине у ортогоналном правцу. Свако скенирање је формирало паралелне површинске структуре (LIPSS) периода 320-380 nm. Установљено је да су за флуенце снопа мање од  $\sim 170$  mJ/cm<sup>2</sup> LIPSS у облику паралелних брегова, а за веће флуенце у облику канала насталих аблацијом. Оријентација ова два типа LIPSS у односу на правац поларизације снопа указује да припадају различитим типовима. Покушај да се променом правца скенирања формирају ортогоналне наноструктуре на површини је показао да претходно формиране структуре спречавају формирање нових структура новом интеракцијом, а такође се догађа да нова интеракција потпуно уништи претходно формиране LIPSS.

Четврти рад је експериментално и теоријско истраживање промене угла квашења површине узорака састављеног од више нанометарских металних двослојева или три-слојева. Узорци су формирано као вишеслојни, петнаест двослоја или осам трослоја, при чему је сваки слој код двослојних 17 nm, а код трослојних 21 nm дебљине. Узорци су подвргнути интеракцији са ултрабрзим ласерским снопом чиме су се на површини формирале субмикронске ласерски индуковане површинске структуре. За сваки узорак је интерагована површина

био други метал. Показано је да се после ласерске интеракције и формирања субмикронских периодичних структура угао квашења значајно повећава, са  $\sim 70^\circ$  до  $\sim 140^\circ$ , а да то не зависи од материјала на интерагованој површини, него само од наноструктура. Класични приступ подразумева да је квашење последица коругација већих од микрометра, али у овом случају се ради о нанометрима и објашњење се види у квантним ефектима.

У петом раду је силенит бизмут-силицијум-оксид, добијен техником Чохралски, полиран, подвргнут интеракцији са ултрабрзим ласерским снопом. Силенити су оптички активни кристали са снажним оптичким ефектима (оптичка ротација, електро-оптички и магнетно-оптички ефект) и великим вредностима диелектричне, пиезо-електричне константе, индекса преламања. Имају примене у многим уређајима као активни делови. Снаге ласерског снопа су мењане, а утицај ласерског снопа на структурне особине кристала су истражене. Површина пре интеракције је глатка, без пукотина. После интеракције са фемтосекундним снопом, појавила су се мала сферна острва на површини, чије су димензије зависиле од примењене снаге снопа. Осим тога, после интеракције је дошло до промене у инфрацрвеном спектру. Установљено је да су на површини формирани нано-објекти (мањи од 20 nm) на бази бизмут-оксида, и који су аранжирани у матрици бизмут-силицијум-оксида.

У ових пет радова је др Александер Ковачевић дао најважнији допринос у концептуализацији пројекта, мерењу ласерске интеракције са материјалом и анализи резултата.

#### 4.1.2. Цитираност научних радова кандидата

Према сервису *Web of Science*, сви радови су цитирани укупно **231** пут, док је број читата без аутоцитата **207**, и Хиршов *h-index* је **9**. Према сервису *Scopus* сви радови су цитирани 251 пут (162 без аутоцитата), а *h-index* је 9.

#### 4.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

Др Александер Ковачевић је објављивао радове у часописима категорије M21a, M22 и M23. Радови након последњег покретања поступка реизбора су подвучени:

Назив часописа	Год.	Број радова	Категорија	ИФ	Бр. хетеро-цитата
Laser Physics	2001	1	22	0,715	0
	2003	1	21	1,025	2
Review od Scientific Instruments	2003	1	21a	1,340	9
Optics Express	2005	1	21a	3,764	20
	2011	1	21a	3,578	12
Acta Physica Polonica A	2007	3	23	0,370	4
	2009	2	23	0,367	12
Physical Review A	2008	1	21a	2,908	17
Nuclear Technology and Radiation Protection	2011	1	22	1,159	0
Physica Scripta	2012	1	22	1,024	6
	2014	1	22	1,126	10
Technical Gazette	2013	1	23	0,615	2
Indian Journal of Pure and Applied Physics	2014	1	23	0,766	0

Journal of Applied Physics	2014	1	21	2,183	19
	2017	1	22	2,176	0
Applied Surface Science	2015	1	21a	3,150	12
	2017	1	21a	4,439	2
Metalurgija	2015	1	22	0,959	0
International Journal of Clothing Science and Technology	2015	1	23	0,418	0
Materials Research Bulletin	2016	1	22	2,446	2
Composites B	2017	1	21a	4,920	7
Optoelectronics and Advanced Materials	2017	1	23	0,386	1
Optical and Quantum Electronics	2018	1	23	1,547	0
	<b>2020</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>2,084</b>	<b>1</b>
Applied Sciences	<b>2020</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>2,679</b>	<b>2</b>
European Physical Journal D	<b>2021</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>1,611</b>	<b>1</b>
Physica E	<b>2023</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>2,900</b>	<b>2</b>
УКУПНО		30		50,655	143

Додатни библиометријски показатељи за радове публиковане након претходног реизбора у звање приказани су у следећој табели:

	Импакт фактор	М	СНИП
УКУПНО	9,274	18,000	3,290
УСРЕДЊЕНО ПО ЧЛАНКУ	2,319	4,500	0,823
УСРЕДЊЕНО ПО АУТОРУ	1,392	2,667	0,489

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

Од почетка каријере се кандидат највише бавио физиком интеракције ласерских снопова (од континуалних до ултрабрзих) са материјалима (метали, неметали, графен, биолошки материјали, текстилни материјали, атмосфера). Степен самосталности се огледа у чињеници да је кандидат развио концепте и покренуо истраживања у оквиру наведених тема. Посебно се издваја истраживачка тема која се односи на интеракцију фемтосекундног ласерског снопа са металима и графеном коју је кандидат покренуо у Институту за физику. Најзначајнији радови кандидата су засновани на резултатима који су добијени у оквиру поменуте теме. Реализована истраживања су била експерименталног и теоријског карактера, а обухватила су и нумеричку подршку моделовању наведених интеракција. Код најзначајнијих радова наведених у делу 4.1.1. показана је кључна улога и у потпуности самосталност у организовању целокупног рада на реализацији експеримената и аналитичким теоретским разматрањима, и у обради података.

У оквиру међународне сарадње кандидат након последњег поступка реизбора у звање учествује на међународном пројекту “Twinning for excellence of the Serbian Research center for quantum biophotonics” као члан пројектног тима, као и на међународном програму Erasmus+ сарадње између институција. Поред тога, остварио је сарадњу са институцијама из иностранства:

- Грчке: Institute of Electronic Structure and Laser, Heraklion (E. Stratakis, G. D. Tsibidis, A. Mimidis, A. Manousaki)
- Шпаније: Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (С. Бојанић)
- Босне и Херцеговине (Република Српска): Телеком Српске, Бијељина (А. Бугариновић); Универзитет у Источном Сарајеву – Технолошки факултет Зворник (С. Пелемиш)
- Белорусије: Академија наука Белорусије (О. Khasanov, О. Fedotova, R. Rusetski)
- Португалије: Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (A. Gomes Silva).

#### 4.1.5. Награде

У години 2017, кандидат је добио признање „Certificate of outstanding contribution in reviewing“ једног од најпознатијих издавача на пољу науке, Elsevier, за изузетни допринос рецензирању у часопису Applied Surface Science.

За допринос у реализацији програмских активности Регионалног центра за таленте “Београд-2”, и раду са надареном и талентованом школском популацијом, кандидат је пре последњег реизбора у звање добио захвалницу 2016., а од последњег покретања поступка добио захвалнице 2018. и 2019.

#### 4.1.6. Елементи применљивости научних резултата

Истраживачке активности кандидата које су усмерене ка изучавању модификације особина површине метала помоћу фемтосекундних ласерских снопова формирањем нанометарских паралелних структура имају могућност примене у различитим областима физике материјала.

#### 4.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидат је био ангажован на извођењу наставе на студијском програму „Биофотоника“ 2020 и 2021 на предмету “Модификација биоматеријала ласерским зрачењем”.

Кандидат је вишегодишњи сарадник Регионалног центра за таленте «Београд-2», где је учествовао као ментор, и члан жирија за смотре талената на националном (регионалном и републичком) и међународном нивоу, што је у склопу програмског радног доприноса Центра раду са надареном и талентованом школском популацијом.

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

У складу са Правилником о вредновању научно истраживачког рада узета је пуна вредност М-бодова за све радове од 1 до 7 аутора, а за радове са више од 7 аутора по формули  $K/(1+0.2*(n-7))$ , где је  $K$  пун број М-бодова према категорији часописа, а  $n$  број коаутора ( $n > 7$ ). Сви радови кандидата спадају у природно-математичке и експерименталне. У свим публикованим радовима кандидата комбинована су експериментална истраживања са теоријским прорачунима и нумеричким симулацијама због чега се рачунају са пуном тежином у односу на 7 коаутора. Од укупно 32 публикације које су објављене у периоду након покретања претходног реизбора у звање одговарајуће нормирање на основу броја коаутора је извршено за 9 радова и то 1 рад категорије М22, 1 рад категорије М23, 1 рад категорије М33, 5 радова категорије М34 и 1 рад категорије М63. Број М-бодова је након нормирања 36,139 што је изнад захтеваног броја бодова за реизбор у звање виши научни сарадник.

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

На пројекту ИИИ45016 „Генерисање и карактеризација нано-фотоничних функционалних структура у биомедицини и информатици“ кандидат је руководио пројектним задатком „Креирање паралелних структура на вишеслојним системима помоћу ласерског зрачења“.

Од 2021 кандидат у оквиру међународног програма мобилности КА103 Erasmus+ координира сарадњу Института за физику у Београду са Универзитетом Нова (Universidade Nova de Lisboa) из Лисабона (Португалија); тема је везана за површинске појаве, наноструктуре и танке филмове са очекиваним напретком у биофизици; програм је продужен до краја школске 2024/2025 године.

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

Од 2011 до 2019 кандидат је учествовао у организацији домаће Радионице фотонике (Копаоник) и то: руковођење организационим одбором (2011), члан организационог одбора (2012-2019), члан научног одбора (2018-2019). Од 2020 до 2024 је на пет међународних Радионица фотонике (Копаоник) био члан и научног и организационог одбора.

Кандидат је био у научном одбору међународне конференције The Second International Students Scientific Conference "Multidisciplinary approach to contemporary research" (Belgrade, 2018). Кандидат је био у научним одборима две националне конференције “Методолошка истраживања у херитологији и новим технологијама”, Београд (2019 – 2020).

Кандидат је један од оснивача Оптичког друштва Србије (ОДС) 2011 и члан од 2011 до данас, као и секретар од 2015 до данас.

Од последњег покретања поступка, кандидат је рецензирао за Чешку научну фондацију (међународни пројекат), као и за издаваче реномираних међународних часописа, међу којима се издваја Elsevier (Applied Surface Science).

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

Утицајност научних радова је описана у делу 4.1, а на основу пуног списка радова и цитираности се може проценити да су радови јасно међународно препознати у области интеракције ултрабрзих ласерских снопова са материјалима.

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

Од пет најзначајнијих радова, на четири рада је кандидат имао водећу улогу у кључним задацима реализације, на једном је кандидат активно учествовао у истраживању, формалној анализи, концептуализацији идеја и поставци експеримента као и у дискусијама за решавање проблема и тумачењу резултата. За више детаља погледати део 4.1.4.

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

Кандидат је одржао уводно предавање у периоду након претходног реизбора: Aleksander Kovačević, Laser induced surface nanostructures and potential contemporary and future applications, LXVII ETRAN and 10<sup>th</sup> International Conference IcETran 2023, Istočno Sarajevo, BiH, 05 – 08.06.2023, SS-MD1.1, p.73, ISBN 978-86-7466-965-5

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

Анализом изложеног материјала о научној делатности кандидата, Комисија је закључила да научни рад др Александра Ковачевића садржи оригиналне доприносе на пољу фотонице, а посебно из области физике интеракција ласерских снопова са материјалима и њихових примена. Област коју је кандидат покренуо и развио у Институту за физику у Београду је модификација површина интеракцијом са ултрабрзим ласерима. Постигнути резултати су значајни у физици биоматеријала и биофотоници. Кандидат поседује и искуство у педагошком раду са младим талентима из физике, као и искуство у организационим и међународним активностима.

На основу увида у поднети материјал, Комисија констатује да кандидат др Александер Ковачевић испуњава све квалитативне и квантитативне услове прописане Правилником о стицању научно-истраживачких звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије за реизбор у звање виши научни сарадник.

На основу свега изложеног, предлажемо Научном већу Института за физику Универзитета у Београду да утврди предлог да се кандидат др Александер Ковачевић реизабере у звање виши научни сарадник.

У Београду, 06.01.2025.

**ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ**



**др Бранко Коларић**  
научни саветник

**Института 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 $N$ поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно $N$	Неопходно $N$ за реизбор	Остварено (нормирано*)
<b>Виши научни сарадник</b>	Укупно	50	25	38,500 (36,139)
	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}+M_{90} \geq$	40	20	22,000 (20,500)
	$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23} \geq$	30	15	18,000 (16,667)

\*Нормирање је извршено у складу са Правилником о стицању истраживачких и научних звања. За реизбор у звање виши научни сарадник потребно је 50% од минималног броја  $M$  поена