

НАУЧНОМ ВЕЋУ

ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ БЕОГРАД

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

На седници Научног већа Института за физику у Београду, Универзитет у Београду, одржаној 05. новембра 2019. године именовани смо за чланове комисије за избор др Тијане Томашевић-Илић у звање научни сарадник.

На основу достављеног материјала и личног увида у научно-истраживачки рад кандидаткиње, подносимо Научном већу Института за физику у Београду, Универзитета у Београду следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Тијана (Драган) Томашевић-Илић рођена је 19.10. 1982. године у Београду. Основне студије на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду завршила је 2011. године, одбраном дипломског рада „Испитивање глазура византијске керамике применом микро-раманске спектроскопије“. Током 2011. и 2012. године била је учесник програма „Прва Шанса“ у Централном институту за конзервацију. Мастер академске студије Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду завршила је 2015. године, одбраном мастер рада „Сребрни филмови на нанокристалној TiO_2 подлози: синтеза, карактеризација и антимикробна активност“. Докторске академске студије уписала је на Факултету за физичку хемију 2015. године. Исте године започела је свој научно-истраживачки рад као волонтер на Институту за физику Универзитет у Београду, у Лабораторији за графен, друге 2Д материјале и уређене наноструктуре, Центра за чврсто стање и нове материјале.

У Институту за физику запослена је од новембра 2016. године, а одлуком Научног већа Института за физику у јулу 2019. године изабрана је у звање истраживач-сарадник. Ангажована је на пројекту ОИ171005 „Физика уређених наноструктура и нових материјала у нанофотоници“, финансираним од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије, са фокусом истраживања танких филмова 2Д материјала добијених методом ексфолијације из течне фазе. 30.09.2019. године, кандидаткиња је на Факултету за физичку хемију одбранила докторску дисертацију под називом „Површинска модификација графена ексфолираног из течне фазе и депонованог Лангмир-Блоцетовом методом“.

Учествовала је у Erasmus + КА 107 програму размене истраживача и међународне сарадње Института за физику у Београду и Универзитета у Хајделбергу, Немачка.

Тијана Томашевић-Илић је аутор/коаутор шест научних радова са СЦИ-листе (два M21a, један M21 и три M22 категорије) и петнаест саопштења са међународних конференција штампаних у изводу.

Б. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ КАНДИДАТА

Фокус научног истраживања кандидаткиње је испитивање морфолошких, структурних, оптичких и електронских особина танких филмова самоорганизованих структура 2Д материјала, добијених методом ексфолијације из течне фазе и депонованих Лангмир-Блоцетовом методом, и уопштено танких филмова наноматеријала добијених из раствора.

Током мастер студија, истраживање Тијане Томашевић-Илић било је фокусирано на добијање танких филмова наночестичног сребра на нанокристалној подлози титанијум-диоксида и испитивање морфолошких и оптичких својстава добијених хетероструктура, као и њихове фотокаталитичке и антимикробне активности. Показано је да се површинском модификацијом нанокристалне подлоге титанијум-диоксида у виду формирања хетероструктуре филмова сребра и танких филмова титанијум-диоксида депонованог из колоидних раствора могу добити површине са повећаним фотокаталитичким и антимикробним својствима.

Резултати овог истраживања су приказани у раду:

- Ivana D Vukoje, **Tijana D Tomašević-Ilić**, Aleksandra R Zarubica, Suzana Dimitrijević, Milica D Budimir, Mila R Vranješ, Zoran V Šaponjić and Jovan M. Nedeljković, Silver film on nanocrystalline TiO₂ support: photocatalytic and antimicrobial ability, Materials Research Bulletin 60 (2014) 824-829.

Научни рад Тијане Томашевић-Илић у оквиру докторске дисертације обухватао је експериментално истраживање утицаја површинске модификације графена ексфолираног из течне фазе и депонованог Лангмир-Блоцетовом методом, на оптоелектронске особине добијених танких филмова. Графен, захваљујући особинама као што су висока транспарентност, ниска површинска електрична отпорност, термална стабилност, савитљивост и механичка чврстоћа, лакоћа у интеграцији са полупроводницима и нетоксичност, представља материјал избора за израду транспарентних електрода у различитим оптоелектронским уређајима. Међутим, проналажење једноставне, индустријски скалиране и економски исплативе процедуре добијања танких филмова графена, високе транспарентности и довољно ниске површинске отпорности за практичне примене, још увек представља изазов за примену графена у електроници. Метода ексфолијације из течне фазе, праћена Лангмир-Блоцетовом методом, која се заснива на (само)организацији наноструктура на течно-гасној међуфази индукованој површинским

напоном материјала, којом се могу добити велике површине континуалних филмова високе транспарентности на различитим подлогама задовољава услов економске исплативости. Међутим, танки филмови добијени на овај начин имају високу површинску отпорност која је последица самоорганизације љуспица графена у танке филмове која индукује велику густину дефеката филмова. Кандидаткиња је у оквиру резултата свог истраживања идентификовала природу дефеката у добијеним филмовима и показала да се применом агресивних метода површинске модификације/функционализације, као што су фотохемијска оксидација, хемијска функционализација азотном киселином и термално одгревање, површинска отпорност танких филмова графена ексфолираног из течне фазе и депонованог Лангмир-Блоцетовом методом на чврсте, али и транспарентне и флексибилне подлоге, може вишеструко смањити, при чему ниједна од поменутих метода не доводи до значајне деградације високе транспаренције филмова. У циљу бољег разумевања промене електричних својстава до којих долази при интеракцији различитих допаната са формираним филмовима графена испитивана су морфолошка, структурна, оптичка и електронска својства самоорганизованих структура пре и након примене датих метода површинске модификације, методама микроскопије атомских сила, скенирајуће електронске микроскопије, Раманове спектроскопије, инфрацрвене спектрометрије са Фуријеовом трансформацијом, спектрометрије фотоелектрона насталих озрачивањем рендгенским зрацима, УВ/ВИД спектрофотометрије и микроскопије сила Келвиновом пробом. Показано је да велика густина ивица, као доминантни тип дефеката филмова графена ексфолираног из раствора, има пресудну улогу у ефектима које примењене методе модификације имају на филмове. Азотна киселина, као п-тип допанта, примењена на испитиване филмове графена доводи до померања Фермијевог нивоа и смањења површинске отпорности, не утичући на транспаренцију филмова графена. Фотохемијска оксидација озonom из ваздуха примењена на графен добијен хемијском депозицијом из парне фазе, незнатне густине дефеката, проузрокује стварање дефеката у графенској равни и смањење проводности. Насупрот томе, кандидаткиња је показала да фотохемијска оксидација примењена на танке филмове графена са великом густином дефеката, у којима су ивице доминантан тип дефеката, доводи до допирања п-типа и смањењења ефекта ивица, што доприноси смањењу површинске отпорности филмова. Термално одгревање филмова графена не доводи до функционализације материјала, али у филмовима добијених депозицијом графена из раствора може отклонити заостали растварач и евентуално присутне адсорбоване врсте из ваздуха, што доводи до смањења површинске отпорности филмова не утичући на високу транспаренцију филмова. Резултати наведеног истраживања су приказани у оквиру три рада:

- **Tijana Tomašević-Ilić, Đorđe Jovanović, Igor Popov, Rajveer Fandan, Jorge Pedrós, Marko Spasenović and Radoš Gajić, Reducing sheet resistance of self-assembled transparent graphene films by defect patching and doping with UV/ozone treatment, Applied Surface Science 458 (2018) 446–453.**

- Aleksandar Matković, Ivana Milošević, Marijana Milićević, **Tijana Tomašević-Ilić**, Jelena Pešić, Milenko Musić, Marko Spasenović, Djordje Jovanović, Borislav Vasić, Christopher Deeks, Radmila Panajotović, Milivoj R. Belić, and Radoš Gajić, Enhanced sheet conductivity of Langmuir-Blodgett assembled graphene thin films by chemical doping, 2D Materials 3 (2016) 015002.
- **Tijana Tomašević-Ilić**, Jelena Pešić, Ivana Milošević, Jasna Vujin, Aleksandar Matković, Marko Spasenović and Radoš Gajić, Transparent and conductive films from liquid phase exfoliated graphene, Optical and Quantum Electronics 48 (2016) 319.

Поред научног истраживања које је било везано за израду докторске дисертације, кандидаткиња се бави анализом танких филмова и других 2Д материјала, као што су молибден-дисулфид, хекса-борнитрид и платина-диселенид, оптимизацијом формирања филмова из раствора ових материјала и могућностима њихове примене у области оптоелектронике или заштитних превлака. Резултати овог истраживања су за сада приказани у оквиру једног рада са СЦИ листе и презентовани на две конференције, при чему је више радова у припреми:

- Jelena Pešić, Jasna Vujin, **Tijana Tomašević-Ilić**, Marko Spasenović and Radoš Gajić, DFT study of optical properties of MoS₂ and WS₂ compared to spectroscopic results on liquid phase exfoliated nanoflakes, Optical and Quantum Electronics 50 (2018) 291.
- **T. Tomašević-Ilić**, Đ. Jovanović, R. Panajotović, R. Gajić, M. Spasenović, Large-scale deposition of self-assembled thin films from liquid phase exfoliated h-BN, Photonica 2019, 26-30 Aug 2019, Belgrade, Serbia,, p.114.
- **Tijana Tomašević-Ilić**, Aleksandar Matković, Jasna Vujin, Radmila Panajotović, Marko Spasenović and Radoš Gajić, P-type field-effect transistors based on liquid phase exfoliated MoS₂, Graphene 2017, 28-31 March, 2017, Barcelona, Spain.

В. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА

1. Избор најзначајнијих радова кандидаткиње

Као најзначајнији рад Тијане Томашевић-Илић Комисија је издвојила рад:

- Tijana Tomašević-Ilić, Đorđe Jovanović, Igor Popov, Rajveer Fandan, Jorge Pedrós, Marko Spasenović and Radoš Gajić, Reducing sheet resistance of self-assembled transparent graphene films by defect patching and doping with UV/ozone treatment, Applied Surface Science 458 (2018) 446–453.

У датом раду приказано је да се површинском модификацијом/функционализацијом графена добијеног методом ексфолијације из течне фазе и депонованог Лангмир-Блоцетовом методом, које представљају једноставну и економичну процедуру добијања

материјала, могу добити филмови графена задовољавајућег квалитета за потенцијално технолошко прихватање у оптоелектронској индустрији. Кандидаткиња је у оквиру свог истраживања, на основу експериментално добијених резултата (Рамановом спектроскопијом, микроскопијом сила Келвиновом пробом, инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом и УВ/ВИД спектрофотометријом) идентификовала природу дефеката у добијеним филмовима и показала да површинска модификација испитиваних филмова фотохемијском оксидацијом озоном из ваздуха, доводи до померања Фермијевог нивоа, допирања п-типа и до смањењења ефекта ивица, што доприноси вишеструком смањењу површинске отпорности посматраних филмова, али не и деградације њихове високе транспарентности. Такође, поређењем са ефектима које иста метода површинске модификације има на графен добијен хемијском депозицијом из парне фазе, незнатне густине дефеката, кандидаткиња је дошла до закључка да заступљеност ивица, као врсте дефеката која преовлађује у танким филмовима депонованих методом заснованој на (само)организацији наноструктура има пресудну улогу у ефектима које примењена метода површинске модификације има на посматране филмове. Резултати овог научног истраживања захваљујући анализи структуре, хемијских промена и електростатичких својстава површински модификованих филмова графена, доприносе бољем разумевању интеракције допаната са самоорганизованим структурама 2Д материјала ексфолираних из течне фазе.

2. Квалитет научних резултата

2.1. Параметри квалитета часописа

Кандидаткиња др Тијана Томашевић-Илић је објавила укупно шест радова у међународним часописима и то:

- 1 рад у часопису Applied Surface Science (ИФ2018=5,155; СНИП2018=1,326)
- 1 рад у часопису 2D Materials (ИФ2016=6,937; СНИП2016=1,072)
- 1 рад у часопису Materials Research Bulletin (ИФ2014=2,288; СНИП2014=1,054)
- 1 рад у часопису Microelectronic Engineering (ИФ2017=2,020; СНИП2017=0,937)
- 2 рада у часопису Optical and Quantum Electronics (ИФ2016=1,055; СНИП2016=0,629; ИФ2017=1,547; СНИП2018=0,647)

Укупан импакт фактор објављених радова је 19,002.

Додатни библиометријски показатељи према упутству о начину писања извештаја о изборима у звања које је усвојио Матични научни одбор за физику су:

	ИФ	М	СНИП
Укупно	19,002	41	5,665
Усредњено по чланку	3,167	6,83	0,944
Усредњено по аутору	2,305	5,22	0,756

2.2.Подаци о цитираности

Према подацима из базе Web of Science, радови др Тијане Томашевић-Илић су цитирани укупно 18 пута, од чега 12 пута изузимајући аутоцитате. Хиршов индекс кандидаткиње је 3.

Прилог: Цитираност радова према бази Web of Science.

2.3.Међународна сарадња

Међународне активности др Тијане Томашевић-Илић обухватају:

- учешће у *Erasmus+KA107 programme Staff Mobility for Training* на Универзитету у Хајделбергу, Немачка, октобар 2019. године.

3. Нормирање коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови спадају у категорију експерименталних радова у природно-математичким наукама, тако да се радови са 7 и мање коаутора узимају са пуном тежином, а радови са више коаутора (један рад са 13 коаутора и један рад са 8 коаутора) нормирају се по формули датој у Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.

4. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња је учествовала и учествује на следећем пројекту:

- пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОИ171005 „Физика уређених наноструктура и нових материјала у нанофотоници“, којим руководи др Радош Гајић (од 01.11.2016. године).

5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

5.1 Рецензије научних радова

Кандидаткиња је била рецензент два рада у часопису *Nanotechnology*.

Прилог: Писмо уредника.

6. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидата описан је у тачкама 1., 2.1 и 2.2 овог одељка, као и у прилогу о цитираности.

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

Кандидаткиња је највећи део своје истраживачке делатности реализовала у Институту за физику Београд. Значајно је допринела свим радовима у којима је коаутор, а кључан допринос дала је у два рада у којима је први аутор. Допринос се огледа у синтези узорака, њиховој површинској модификацији, у обради и анализи података добијених одговарајућим методама карактеризације, као и у презентацији и интерпретацији резултата и писању радова. Током свог рада на дисертацији кандидаткиња је показала завидан ниво самосталности и способности за научни рад.

Г. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени М-бодови по категоријама публикација

Категорија	М-бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М-бодова	Укупно М-бодова Нормирано
M21a	10	2	20	15
M21	8	1	8	6,67
M22	5	2	10	10
M23	3	1	3	3
M34	0,5	15	7,5	6,49
M71	6	1	6	6

Поређење оствареног броја М-бодова са минималним условима потребним за избор у звање научни сарадник

	Потребно	Остварено	Остварено Нормирано*
Укупно	16	54.5	47,16
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	41	34,67
M11+M12+M21+M22+M23	6	41	34,67

*Сви радови спадају у категорију експерименталних радова у природно-математичким наукама, тако да су радови са 7 и мање коаутора узети са пуном тежином, а радови са више коаутора су нормирани по формули датој у Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.

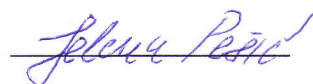
Д. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Др Тијана Томашевић-Илић у потпуности испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Током рада показала је изузетну способност за самосталан научноистраживачки рад и остварила оригиналне и међународно запажене научне резултате који су приказани у 6 радова са СЦИ листе (2 M21a категорије, 1 M21 рад, 2 M22 категорије и 1 M23 категорије) и већем броју саопштења са међународних конференција.

Имајући у виду квалитет научно-истраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности кандидаткиње, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику Београд, Универзитет у Београду, да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Тијане Томашевић-Илић у звање научни сарадник.

У Београду, 15. новембра 2019. год.

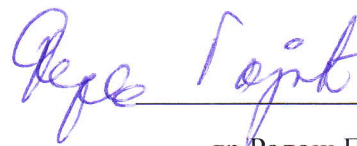
Чланови комисије:



др Јелена Пешић

Научни сарадник

Институт за физику Београд, Универзитет у Београду



др Радош Гајић

Научни саветник

Институт за физику Београд, Универзитет у Београду



др Марко Спасеновић

Виши научни сарадник

Институт за хемију, технологију и металургију-Универзитет у Београду