

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

Извештај комисије за избор др Владимира Лазовића у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 7. марта 2023. године именовани смо у комисију за избор др Владимира Лазовића у звање научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

1. Биографски подаци о кандидату

Др Владимир Лазовић је рођен 12.05.1986. године у Београду. Завршио је основну школу „20. октобар“ 2001. године, а средњу школу (IX Београдска гимназија „Михаило Петровић Алас“) 2005. године.

Основне академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2005/2006. године. Дипломирао је 2012. године са просечном оценом 8.77. Дипломски рад под називом „Примена брзе Фуријеове трансформације у анализи мерених интензитета у оптичком детекционом систему“ урадио је на Физичком факултету Универзитета у Београду, под менторством др Зорана Николића, редовног професора Физичког факултета.

Докторске академске студије на Физичком факултету уписао је школске 2012/2013 године. Од 1.10.2012. године запослен је као истраживач приправник у Лабораторији за биофотонику (садашња Лабораторија за квантну биофотонику) Центра за фотонику Института за физику у Београду на пројекту ИИИ45016 „Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“. 22.07.2015. године изабран је у звање истраживач сарадник, а 25.05.2018. реизабран у поменуто звање. Просечна оцена на испитима на докторским студијама је 10,00.

Др Владимир Лазовић одбранио је докторску дисертацију 4.11.2022. године на Физичком факултету Универзитета у Београду. Тема истраживања била је „Оптичке и флуоресцентне особине хитина и хитинских микроструктура биолошког порекла“. Израда докторске дисертације одобрена је одлуком Наставно-научно већа Физичког факултета на седници одржаној 22.12.2021. године. На основу те одлуке, Веће научних области

природних наука Универзитета у Београду је на седници одржаној 21.2.2022. године дало сагласност да се прихвати предложена тема докторске дисертације.

Кандидат је аутор је 27 научних радова у међународним часописима (M21a, M21, M22 и M23) и 8 научних саопштења као и 2 патента која су објављена на међународном нивоу (M93) и једног патента регистрованог на међународном нивоу (M91).

Област научно истраживачког рада др Владимира Лазовића је биофотоника. Примарни интерес истраживања је интеракција електромагнетне радијације из оптичког и инфрацрвеног дела спектра са структурама биолошког порекла које су структурисане на нано и микро нивоу. У истраживањима приказаним у кандидатовој докторској дисертацији, ове структуре су делови тела многих копнених инсеката и њихов примарни састојак је хитин.

2. Преглед научне активности др Владимира Лазовића

Предмет научне активности кандидата су оптичке и радијативне особине хитина и хитинских микро и наноструктура биолошког порекла у видљивом и инфрацрвеном делу спектра. Хитин је, после целулозе, најзаступљенији полисахарид у природи. Добија се прерадом одбачених љуштура морских шкољки и ракова, и има многобројне технолошке примене. Хитин је такође и главни састојак тела инсеката. Поједини делови тела ових инсеката су често структурисани на микро и нано нивоу па се могу анализирати као сложени оптички системи биолошког порекла јер се приликом интеракције упадне светлости са овим хитинским структурама испољавају различити физички механизми (интерференција, дифракција, различите врсте расејања светлости) који синергијски дају значајан допринос рефлексији, трансмисији и апсорпцији светлости. Значајан део оптике живог света није, дакле, искључиво последица присуства пигмената, већ постоји заједничко дејство пигмената и сложених микро и наноструктура које се, у случају инсеката, састоје од хитина. Постоје и случајеви одсуства пигмената, када су хитинске структуре у потпуности одговорне за оптичке ефекте.

Главни правци научне активности кандидата су:

- проучавање особина хитинских микроструктура и њиховог утицаја на интеракцију са електромагнетним зрачењем;
- процена природне варијабилности хитинских микроструктура и њихов утицај на резултујуће оптичке ефекте (однос форме и функције) уз потенцијалне примене;
- употреба ласерских и холографских техника за анализу, функционализацију, модификацију и имитацију ових структура ради побољшавања њихових оптомеханичких својстава, а због различитих примена.

Анализа морфолошких, оптичких, флуоресцентних и термалних особина сложених хитинских наноструктура је извршена светлосном микроскопијом, сканирајућом електронском микроскопијом, нелинеарном ласерском микроскопијом, компјутеризованом микротомографијом, радијативном термографијом и Фурије трансформ инфрацрвеном спектроскопијом. У експерименталној анализи хитинских узорака и њиховој припреми за микроскопску карактеризацију коришћени су *Double transfer* метод и техника усаглашавања индекса преламања. Кандидат је развио одговарајуће теоријске моделе који објашњавају експерименталне резултате. У моделовању су примењени метод коначних елемената, метод преносне матрице (*Transfer matrix method*), *Ray tracing* метод и Фурије – Мелинова трансформација.

Један од праваца научне делатности кандидата су нелинеарне оптичке особине хитина (двофотонски побуђена флуоресценција и могућност генерисања другог хармоника) које је истраживао применом нелинеарне ласерске микроскопије. Измерен је интензитет двофотонски побуђене флуоресценције хитина у функцији таласне дужине и снаге побудне фемтосекундне ласерске радијације. Резултати показују да интензитет двофотонски побуђене флуоресценције опада са порастом таласне дужине побудне ласерске радијације у доступном опсегу (~ 700-1000 nm, што је операциони опсег титанијум-сафирног ласера) и да флуоресценција има максималан интензитет када је побудна таласна дужина ~ 830 nm. Измерен је коефицијент зависности двофотонски побуђене флуоресценције од интензитета побудне радијације и добијена вредност од 1.88 ± 0.05 наносекунде (ns). Анализирано је мало одступање сигнала од строге квадратне зависности. Измерен је флуоресцентни одговор чистог хитина у функцији времена (што представља средње време побуђеног стања молекула хитина) и добијена вредност од 5.2 ns. Анализирани су и ефекти фото-избељивања који настају услед продуженог озрачивања хитина ласерским зрачењем. Минималном модификацијом нелинеарног ласерског микроскопа омогућено је и истраживање другог хармоника хитина. Спектар другог хармоника хемијски чистог хитина показује оштар максимум на 520 nm, што је била тачно једна половина од побудне таласне дужине. Измерен је и временски одзив сигнала на 520 nm и показало се да је знатно краћи у односу на време флуоресценције хитина (5.2 ns) и близак је времену одзива детектора (приближно 260 ps). Ово је додатан доказ постојања другог хармоника за хемијски чист хитин. Показано је да други хармоник хитина има знатно мањи интензитет у односу на двофотонски побуђену флуоресценцију. Детекцијом другог хармоника су добијени резултати који одговарају полимерној структури хитина која није центросиметрична. Резултати истраживања су публиковани у врхунском међународном часопису (M21):

- Rabasović, M. D., Pantelić, D. V., Jelenković, B. M., Ćurčić, S. B., Rabasović, M. S., Vrbica, M. D., Lazović, V. M., Ćurčić, B. P. M., Krmpot, A. J., *Nonlinear microscopy of chitin and chitinous structures: a case study of two cave-dwelling insects*, Journal of Biomedical Optics **20(1)**, 016010 (2015).

DOI: 10.1117/1.jbo.20.1.016010

ISSN: 1083-3668; IF: 2.859;

Добијени резултати су употребљени у наставку истраживања, где је показано да хитинске наноструктуре поседују адекватне оптичке и флуоресцентне особине које их квалификују као потенцијалне оптички варијабилне елементе (сличне холограмима). Формиран је оптички модел којим се објашњавају иридесцентне оптичке особине хитинске наноструктуре преузете са крила лептира *Issoria lathonia*. Његова крила су прекривена великим бројем оваквих структура, које су у биофотоници познатије под називом „љуспице“. Истраживања су касније проширена на још неколико биолошких врста. У моделовању је употребљен *Transfer matrix* метод који је модификован скаларном теоријом површинског расејања светлости. Такође је анализиран и ефекат локалног спектралног мешања до кога долази приликом рефлексије светлости са хитинске љуспице. Важан резултат моделовања љуспице је и да дифракциона решетка (која се налази на спољашњој површини љуспице) са периодом мањим од таласне дужине светлости игра улогу оптичког дифузног рефлектора, јер део спектра упадне светлости у опсегу $\sim 400\text{-}500\text{ nm}$ враћа у спољашњу средину расејавајући те таласне дужине у великом просторном углу. Затим су истражене могућности контролисане промене оптичких и флуоресцентних особина хитинских љуспица и могућности уписивања додатних криптографских информација на њих, применом ласерске технологије. Показано је да ласерска обрада љуспица фемтосекундним ласером омогућава контролисану модификацију физичких и оптичких особина љуспица и њихову потенцијалну примену као “write-only“ меморије. Информација се може уписати физичким модификовањем љуспице (ласерско сечење или бушење) или поништавањем њене флуоресценције (фото-избељивање). Физичко модификовање мења иридесценцију љуспице, док фото-избељивање мења њен флуоресцентни профил при чему иридесценција љуспице и њене остале оптичке особине остају непромењене па се због тога овај процес може искористити да се на љуспицу запише додатна, прикривена информација у форми сиве слике („gray scale“ – слика са више нивоа дискретизације). Таласна дужина и снага ласерске радијације, поларизација, време трајања импулса и брзина сканирања љуспице ласерским снопом су вариране да би се одредиле оптималне вредности ових параметара за сечење, бушење и фото-избељивање љуспица. Сечење је могуће само у фемтосекундном режиму. У континуалном режиму ласера сечење није могуће ни на највећим снагама. Ово показује да су мултифотонски процеси одговорни за ласерско сечење. Минимални пречник ласерски изазваног оштећења у овом истраживању је био $1.7\text{ }\mu\text{m}$. Најнижи прагови оштећења су добијени на 4.5 mW , када је коришћен $40\times$, 1.3NA микроскопски објектив, и 8 mW када је коришћен $20\times$, 0.8NA микроскопски објектив, за $\lambda = 730\text{ nm}$. У пракси је рађено на снагама изнад прага оштећења да би се обезбедила поуздана и поновљива ласерска обрада. Због тога је минимална ширина ласерског оштећења на узорку већа од латералне резолуције фемтосекундног система. У складу са овим резултатима и узимајући у обзир просечне димензије љуспице ($\approx 50\text{ }\mu\text{m} \times 100\text{ }\mu\text{m} = 5000\text{ }\mu\text{m}^2$), процењен је информациони капацитет љуспице на око 3000 бита, третирајући место оштећено ласером као бинарно 1, а неоштећено као бинарно 0. Информациони капацитет љуспице није ни приближно потпуно искористан процесом бушења или сечења љуспице. Двофотонска апсорпција хитина (који је доминантан градивни састојак љуспица), истражена у трећем поглављу ове дисертације, може се искористити да се на љуспицу запише додатна, прикривена информација у форми сиве слике. Ово се може постићи

фемтосекундним ласером у склопу нелинеарног ласерског микроскопа. Таласна дужина, снага ласерске радијације и брзина сканирања љуспице ласерским снопом одређују степен фото-избељивања. Фото-избељивање хитинске наноструктуре је остварено при минималним доступним снагама побуде (1-2 mW) у опсегу 720-850 nm где хитин показује интензивну двофотонску апсорпцију.

Затим је анализирана технолошка примена љуспица као заштитних оптички варијабилних елемената. За технолошку примену се употребљава спектрална и амплитудска расподела иридесцентне рефлектоване светлости у блиском пољу која се читава оптичким микроскопом. Такође се користи и флуоресцентни одзив љуспице. За потребе ове технолошке примене, било је неопходно показати и да је свака хитинска љуспица у оптичком смислу јединствена – њен оптички одзив се разликује од оптичког одзива било које друге љуспице која постоји у природи. Ова особина онемогућава фалсификовање докумената коришћењем природног „дупликата“ љуспице. Из истог разлога је показано и да је оптички одзив појединачне љуспице веома варијабилан, што онемогућава репликацију оптичког одзива једноставним „колор“ или ласерским штампањем (под варијабилношћу оптичког одзива се подразумева постојање довољно великог броја различитих иридесцентних области на хитинској љуспици – иридесцентне области са различитим спектралним садржајем, различитом угаоном и поларизационом зависношћу спектралног садржаја итд.). На основу ових истраживања објављен је рад у врхунском међународном часопису (M21), као и 2 патента на међународном нивоу (M93) и један патент регистрован на међународном нивоу (M91):

- Pavlović, D., Rabasović, M. D., Krmpot, A. J., **Lazović, V.**, Čurčić, S., Stojanović, D. V., Jelenković, B., Zhang, W., Zhang, D., Vukmirović, N., Stepanenko, D., Kolarić, B., Pantelić, D. V., *Naturally safe: cellular noise for document security*, Journal of Biophotonics **12(12)**, e201900218 (2019).
DOI: 10.1002/jbio.201900218
ISSN: 1864-063X; **IF:** 3.768;
- Pantelic, D., Rabasovic, M., Krmpot, A., **Lazovic, V.** & Pavlovic, D., *Security device individualized with biological particles*. PCT/EP2015/081398 (2015).
- Pantelic, D., Rabasovic, M., Krmpot, A., **Lazovic, V.** & Pavlovic, D., *Security tag with laser-cut particles of biological origin*. PCT/EP2015/081407 (2015).
- Pantelic, D., Rabasovic, M., Krmpot, A., **Lazovic, V.** & Pavlovic, D., *Security tag containing a pattern of biological particles*. PCT/EPO2015/081400 (2015).

Кандидат је истраживао и термалне радијативне особине природне хитинске структуре (спољашњи омотач тела тврдокрилца *Morimus asper funereus*, изабраног због специфичног распореда сивих и веома тамних области на телу). У експерименталним мерењима, једна страна овог омотача је загревана ласерским снопом и утврђено је да у стању термалне равнотеже друга страна има температуру која је нижа чак за око 20 °C. Затим је извршено математичко моделовање пропагације упадне инфрацрвене електромагнетне радијације кроз структуру. „Ray tracing“ метод је употребљен као прва апроксимација, да би се стекао интуитивни увид у начин на који се електромагнетна радијација простире кроз ову структуру. Затим су креирани 3Д модел и теоријски термални модел структуре. Примењен је метод коначних елемената којим је анализирано простирање радијације из два спектрална опсега који одговарају далеком ($\lambda = 8-14 \mu\text{m}$) и блиском ($\lambda = 3-5 \mu\text{m}$) атмосферском прозору. У далеком атмосферском прозору радијација је, због великог коефицијента апсорпције хитина, ефикасно апсорбована у површинским слојевима структуре. Ситуација је сложенија у блиском атмосферском прозору, где је апсорпција хитина за ред величине мања. Модел показује да је за велику апсорптивност у овом спектралном опсегу од кључног значаја морфолошка специфичност хитинске микроструктуре, на чијој се површини налазе природна микро-сочива која веома ефикасно фокусирају радијацију на објекте у унутрашњости хитинског омотача који својим изгледом и особинама веома подсећају на модел црног тела. Радијација из блиског атмосферског прозора је ефикасно апсорбована у овим објектима. Показано је да би поменута хитинска структура могла да буде одличан модел за дизајн термално-изолационих материјала. Извршено је поређење ове хитинске структуре са вештачким високо-апсорптивним структурама („VANTA black“ и силицијумске фотонске структуре за уређаје који раде у блиском инфрацрвеном региону). Резултати су публиковани у врхунском међународном часопису (M21):

- Vasiljević, D., Pavlović, D., Lazović, V., Kolarić, B., Salatić, B., Zhang, W., Zhang, D., Pantelić, D., *Thermal radiation management by natural photonic structures: Morimus asper funereus case*, Journal of Thermal Biology **98**, 102932 (2021).
DOI: 10.1016/j.jtherbio.2021.102932
ISSN: 0306-4565; IF: 3.198;

Резултате до сада описане у овом извештају кандидат је представио у својој докторској дисертацији:

- **В. Лазовић**, „Оптичке и флуоресцентне особине хитина и хитинских микроструктура биолошког порекла“, Физички факултет, Универзитет у Београду, 2022.

3. Елементи са квалитативну оцену научног доприноса

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Значај научних резултата

Кандидат се у току досадашњег рада бавио истраживањем оптичких, термалних радијативних и флуоресцентних особина хитина и хитинских наноструктура биолошког порекла. Истражене су нелинеарне оптичке особине хитина, прецизније двофотонски побуђена флуоресценција и други хармоник. Ова истраживања су извршена на нелинеарном ласерском микроскопу и значајна су не само због флуоресцентних особина хитина и сложених хитинских структура, већ и зато што су резултати употребљени у наставку истраживања, за проучавање контролисане ласерске модификације оптичких и флуоресцентних особина хитинских наноструктура. У оквиру ових истраживања су такође извршени и математички прорачуни, односно формиран је оптички модел конкретне хитинске наноструктуре која је била предмет истраживања, којим су са становишта физике и оптике објашњени експериментални резултати. Истражене су и варијабилност и јединственост оптичког одзива структуре јер је и ово било потребно да би се резултати конвертовали у технолошку примену – употребу сложених хитинских наноструктура као варијабилног заштитног оптичког елемента, што је резултирало:

Публиковањем рада у врхунском међународном часопису (M21):

- Pavlović, D., Rabasović, M. D., Krmpot, A. J., Lazović, V., Čurčić, S., Stojanović, D. V., Jelenković, B., Zhang, W., Zhang, D., Vukmirović, N., Stepanenko, D., Kolarić, B., Pantelić, D. V., *Naturally safe: cellular noise for document security*, Journal of Biophotonics **12(12)**, e201900218 (2019).

DOI: 10.1002/jbio.201900218

ISSN: 1864-063X; IF: 3.768;

Објављивањем 2 патента на међународном нивоу (M93):

- Pantelic, D., Rabasovic, M., Krmpot, A., Lazovic, V. & Pavlovic, D., *Security device individualized with biological particles*. PCT/EP2015/081398 (2015).
- Pantelic, D., Rabasovic, M., Krmpot, A., Lazovic, V. & Pavlovic, D., *Security tag with laser-cut particles of biological origin*. PCT/EP2015/081407 (2015).

Регистровањем једног патента на међународном нивоу (M91):

- Pantelic, D., Rabasovic, M., Krmpot, A., Lazovic, V. & Pavlovic, D., *Security tag containing a pattern of biological particles*. PCT/EPO2015/081400 (2015).

Интеракција хитинских наноструктура са упадном радијацијом из оптичког дела спектра је проширена и на упадну радијацију из инфрацрвеног региона. У оквиру ових истраживања, испитане су радијативне термалне особине једне хитинске микроструктуре, и формиран термални модел. Показано је да ова структура може да буде одличан модел за дизајн термо-изолационих материјала, да се ефикасно такмичи са високо-апсорптивним материјалима са нано-цевима. Резултати су публиковани у међународном часопису изузетних вредности (M21a):

- Vasiljević, D., Pavlović, D., Lazović, V., Kolarić, B., Salatić, B., Zhang, W., Zhang, D., Pantelić, D., *Thermal radiation management by natural photonic structures: Morimus asper funereus case*, Journal of Thermal Biology **98**, 102932 (2021).
DOI: 10.1016/j.jtherbio.2021.102932
ISSN: 0306-4565; IF: 3.198;

3.1.2. Параметри квалитета часописа

Кандидат др Владимир Лазовић је аутор 27 научних радова (категорија M21a, M21, M22, M23) и 8 научних саопштења:

- 7 радова у врхунским међународним часописима изузетних вредности (категорија M21a):
 1. 2 рада у часопису *Journal of Alloys and Compounds*, од којих је један објављен 2015. године (IF = 3,014, SNIP = 1,61), а други 2017. године (IF = 3,779, SNIP = 1,42)
 2. 2 рада у часопису *Applied Surface Science*, од којих је један објављен 2017. године (IF = 4,439, SNIP = 1,33), а други 2018. године (IF = 5,155, SNIP = 1,33)
 3. *Journal of the European Ceramic Society* (IF = 6,364, SNIP = 1,74)
 4. *Ceramics International* (IF = 5,532, SNIP = 1,21)
 5. *Journal of Thermal Biology* (IF = 3,198, SNIP = 1,19)
- 8 радова у врхунским међународним часописима (категорија M21):
 1. *Journal of Optics* (IF = 2,059, SNIP = 1,23)
 2. *Physical Review E* (IF = 2,366, SNIP = 1,08)
 3. *Journal of Biophotonics* (IF = 3,768, SNIP = 1,27)
 4. *Journal of Biomedical Optics* (IF = 2,859, SNIP = 1,42)
 5. *Biomedical Materials* (IF = 3,361, SNIP = 1,12)
 6. *Electrochimica Acta* (IF = 6,215, SNIP = 1,15)
 7. *Journal of thermal biology* (IF = 2,157, SNIP = 1,21)
 8. *Zoology* (IF = 2,240, SNIP = 0,95)

- 5 радова у истакнутим међународним часописима (категорија M22):
 1. *Limnologica* (IF = 2,051, SNIP = 1,07)
 2. *Zootaxa* (IF = 0,990, SNIP = 0,96)
 3. *European Journal of Taxonomy* (IF = 1,398, SNIP = 1,18)
 4. *Soft Matter* (IF = 4,406, SNIP = 1,01)
 5. *Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials* (IF = 2,684, SNIP = 1)

- 7 радова у међународним часописима (категорија M23):
 1. 2 рада у часопису *Optical and Quantum Electronics*, оба рада су објављена 2018. године (IF = 1,547, SNIP = 0,66)
 2. 2 рада у часопису *Oceanological and Hydrobiological Studies*, од којих је један публикован 2017. године (IF = 0,544, SNIP = 0,65), а други 2020. године (IF = 0,821, SNIP = 0,68)
 3. *Archives of Biological Sciences* (IF = 0,648, SNIP = 0,47)
 4. *Fundamental & Applied Limnology* (IF = 1,148, SNIP = није доступан)
 5. *Journal of the Serbian Chemical Society* (IF = 1,240, SNIP = 0,53)

Укупан импакт фактор објављених радова кандидата је 75,44.

3.1.3. Позитивна цитираност научних радова кандидата

Према бази Scopus, на дан 28.02.2023., радови др Владимира Лазовића су цитирани укупно 197 пута, од чега 189 пута изузимајући аутоцитате, док је Хиршов индекс према истој бази 7.

3.1.4. Додатни библиометријски показатељи

	IF	M	SNIP
укупно	75,44	180	28,130
усредњено по чланку	2,794	6,667	1,041
усредњено по аутору	8,964	20,937	1,726

3.1.5. Међународна сарадња

У оквиру међународне сарадње кандидат је учествовао на билатералном пројекту са Републиком Кином у периоду 2019-2021, "Mimetics of insects for sensing and security" (руководилац Бранислав Јеленковић).

3.2. Нормирање броја коауторских радова

Нормирање научних радова и патената кандидата др Владимира Лазовића је извршено у складу са Правилником Министарства о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно истраживачких резултата. Укупан ненормиран број бодова је 232.4, док је укупан нормирани број бодова 176.521.

3.3. Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је од 2012. до 2019. године био ангажован на пројекту "Генерисање и карактеризација нанофотонских функционалних структура у биомедицини и информатици" (Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ИИИ 45016, руководилац Бранислав Јеленковић). У оквиру међународне сарадње учествовао је на билатералном пројекту са Републиком Кином у периоду 2019-2021, "Mimetics of insects for sensing and security" (руководилац Бранислав Јеленковић).

3.4. Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидата наведен је у одељку 3.1 овог извештаја. Пун списак радова, патената, и подаци о цитираности дати су у прилогу.

3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидат је члан Оптичког друштва Србије.

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

Кандидат је своју истраживачку и научну активност реализовао у Центру за фотонику Института за физику у Београду. Дао је кључан допринос у истраживањима интеракције електромагнетне радијације и хитинских сложених наноструктура биолошког порекла, као и у анализи могућности примене нелинеарне скенирајуће ласерске микроскопије за двофотонску обраду и анализу наноструктура биолошког порекла (љуспице лептира). Значајан допринос кандидата је у развоју и тестирању технике ласерског сечења биолошких

хитинских структура, што подразумева утврђивање прагова оштећења и оптималних услова ласерског сечења. Испитивао је и метод селективног избељивања флуоресценције који омогућава исцртавање комплексних слика на микронском нивоу. На тај начин је показао да је биолошке наноструктуре могуће користити за оптичку заштиту и меморијски медиј. Дао је кључан допринос у развоју нумеричког модела оптичког одзива љуспица лептира. На основу ових истраживања је објављен један рад у врхунском међународном часопису (M21) и поднета су 3 међународна патента (од којих је један прихваћен) на којима је кандидат коаутор. Кандидат је такође дао и значајан допринос у експерименталној карактеризацији оптичких, флуоресцентних и морфолошких особина великог броја других хитинских наноструктура (које су површински делови тела различитих врста инсеката), а учествовао је и у теоријском моделовању оптичког одзива ових структура. Своју научну активност у оквиру биофотонице је проширио и на истраживање термалних радијативних особина поменутих наноструктура. Кандидат је, у оквиру својих експерименталних активности, развио *double transfer* технику припреме узорака за електронску микроскопију. Ова техника се посебно односи на фрагилне узорке биолошког порекла и заснива се на примени два „носача“ узорака (део опреме за електронску микроскопију). Узорци (љуспице са лептирових крила, на пример) се помоћу карбонске траке залепе за један носач а затим се други носач пажљиво позиционира и споји са првим (на коме се налазе узорци). Приликом одвајања носача, неки узорци ће остати на првом носачу а неки ће бити на другом. Због спајања носача, ако је процедура обављена довољно пажљиво, неки од узорака ће бити преломљени али не и уништени (због микронских димензија и фрагилности узорака, овако нешто је веома тешко урадити руком или помоћу других инструмената). Ово омогућава да се на електронском микроскопу сниме и анализирају попречни пресеци оваквих узорака, што је веома важно у биофотоници због формирања 3Д модела узорка и моделовања интеракције упадне радијације са узорком. Кандидат је, такође, применом оптичке и електронске микроскопије осликавао велики број узорака (ова активност није ограничена на биофотонику, тј. на хитинске материјале) и вршио статистичке анализе и компјутерске обраде добијених микрографа.

4. Елементи за квантитативну оцену научног доприноса

Остварени М бодови по категоријама публикација

Категорија	М бодови по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21a	10	7	70	45,514
M21	8	8	64	45,445
M22	5	5	25	18,838
M23	3	7	21	15,661
M33	1	1	1	0,714
M34	0,5	4	2	1,443
M44	2	1	2	1,667
M64	0,2	2	0,4	0,309
M70	6	1	6	6
M91	16	1	16	16
M93	9	2	18	18

Поређење оствареног броја М бодова са минималним условима потребним за избор у звање научног сарадника

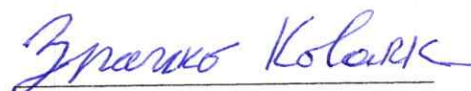
	Неопходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
УКУПНО:	16	232,4	176,591
M10 + M20 + M31 + M32 + M33 + M41 + M42	10	181	126,172
M11 + M12 + M21 + M22 + M23	6	180	125,458

5. Закључак и предлог

Др Владимир Лазовић у потпуности испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства науке, технолошког развоја и иновација. Током рада на докторској дисертацији остварио је оригиналне научне резултате који су приказани у радовима објављеним у часописима категорије М21а, М21, М22 и М23, у објављеним и регистрованим патентима на међународном нивоу, као и на саопштењима са међународних конференција. Комисија је утврдила да кандидат превазилази квантитативне услове потребне за избор у звање научни сарадник. На основу свега изложеног предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Владимира Лазовића у звање научни сарадник.

У Београду, 14.3.2023. године

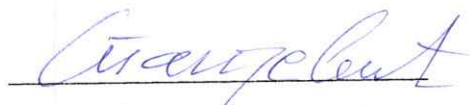
Чланови комисије:



др Бранко Коларић
научни саветник
Институт за физику у Београду



др Бојана Бокић
научни сарадник
Институт за физику у Београду



проф. др Ђорђе Спасојевић
редовни професор
Физички факултет Универзитета у Београду