

Именују састав  
извештаја

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ И ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО- МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Наставно-научно веће Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу је на седници одржаној 30.06.2021. године донело Одлуку број 310/XIII-2, којом утврђује предлог за именовање комисије за писање извештаја о оцени научне заснованости теме за израду докторске дисертације под предложеним насловом „Теоријско-нумеричка метода за одређивање параметара јонизације и електронске концентрације у процесима интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла”, и испуњености услова кандидата Христине Делибашић Марковић, студента докторских академских студија физике. На седници Већа за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 14.07.2021. године, донета је одлука број IV-01-562/18 о именовању Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације под наведеним насловом. Комисија је у следећем саставу:

1. проф. др **Виолета Петровић**, ванредни професор – предложени ментор рада,  
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу,  
Ужа научна област: Атомска, молекулска и оптичка физика,
2. проф. др **Братислав Маринковић**, научни саветник у пензији – председник  
комисије,  
Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду,  
Ужа научна област: Атомска, молекулска, хемијска и оптичка физика,
3. проф. др **Иван Манчев**, редовни професор – члан комисије,  
Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу,  
Ужа научна област: Теоријска физика.

На основу увида у достављени материјал Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

Докторска дисертација под називом „Теоријско-нумеричка метода за одређивање параметара јонизације и електронске концентрације у процесима интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла“ се односи на изабране аспекте интеракције импулсног ласерског снопа са биолошким ткивом. Од посебног значаја су аналитички изрази за предикцију временске и просторне расподеле концентрације слободних електрона који могу настати као резултат интеракције ласер-ткиво. Дата је и детаљна теоријска анализа критичних процеса у продукцији слободних електрона (еластични судар, ексцитација електронима, мултифотонска јонизација, тунелна јонизација, каскадна јонизација, термална јонизација, електронски и дисоцијативни атачмент, дифузија, електрон-јон рекомбинација, деатачмент и секундарна електронска емисија). У овој докторској дисертацији разматрани су феномени који се јављају при површинској електромагнетној модификацији мете биолошког порекла, док је проучавање појаве плазме индуковане испред мете имало секундарни значај. Такође, треба истаћи да се анализа примарно односила на озрачивање мета у ткивима, док је мањи део истраживања спроведен у гасовитим срединама.

Интеракција ласерског снопа са материјалима органског и неорганског порекла се проучава деценијама, а посебно је интензивирана у последње време, услед развоја нових, ефикасних импулсних ласера. Анализом резултата презентованих у докторској дисертацији, може се закључити да степен површинске модификације мете биолошког порекла пре свега зависи од параметара ласерског снопа (таласне дужине, дужине трајања импулса и енергије импулса), као и од стања површине, апсорптивности мете, и геометрије фокусирања што је експериментално верификовано у више наврата. У дисертацији су укључени параметри наносекундног CO<sub>2</sub>, пикосекундног Nd:YAG, и фемтосекундног титанијум-сафирног ласера. Утврђено је да примењени интензитети ласерског зрачења доводе до продукције слободних електрона, али и до модификације површине материјала, при чему импулси различитог трајања другачије модификују посматрану мету. Наносекундни и пикосекундни импулси доводе до дифузног карактера оштећења уз присуство термалних ефеката, док употреба фемтосекундних ласера резултује у боље дефинисаним областима оштећења.

Формирање теоријског и нумеричког модела, на начин који је описан у докторској дисертацији кандидата Христине Делибашић Марковић (у даљем тексту кандидат), може пружити увид у то како прави избор таласне дужине, фреквенције репетиције, густине енергије и снаге и ширине импулса ласера доводи до смањења нежељених ефеката по посматрано ткиво. Након извођења аналитичких израза и анализе критичних процеса који доводе до продукције слободних електрона, а касније и спровођења нумеричке симулације, кандидат ће на основу анализе временске и просторне расподеле концентрације слободних

електрона бити у могућности да закључи да ли ће одабрани ласер циљано деловати на девитализовану мету, а да се при томе не оштети обсервирана витална мета. Резултати до којих се дошло приликом писања докторске дисертације ће бити верификовани поређењем са доступним експерименталним подацима.

Пружање комплетне физичке слике процеса описаних у оквиру докторске дисертације докторанда Христине Делибашић Марковић неће само пружити смернице за будућа истраживања, већ ће и дати оригиналан допринос науци.

### **1.1. Веза са досадашњим истраживањима**

Проучавање интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла почиње шездесетих година прошлог века. Од самог почетка посебну пажњу је привлачило питање одабира одговарајуће таласне дужине, фреквенције репетиције, густине енергије и снаге и ширине импулса ласера. Делатности истраживачког и експерименталног развоја у овој области довеле су до предлагања неколико потенцијалних физичких модела. Ови модели ће у докторској дисертацији бити третирани теоријски и програмски и биће припремљени компјутерски кодови за сваки од њих. Поред тога, кандидат је радио и на оптимизацији и детаљном извођењу иновативних аналитичких решења диференцијалних једначина које описују временску и просторну расподелу слободних електрона. То је поткрепљено публикацијама у часописима са SCI листе, радовима презентованим на међународним и домаћим научно-стручним скуповима, као и учествовањем у пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и КОСТ акцијама. Рад у оквиру ове дисертације омогућава кандидату да оствари континуитет у свом научно-истраживачком раду, што поред стручног усавршавања кандидата има за циљ и расветљавање проблематике у поменутој области истраживања.

### **2. Образложение предмета, метода и циља који верљиво упућује да је предложена тема од значаја за развој науке**

#### **2.1. Предмет, циљеви и хипотезе ове докторске дисертације обухватају следеће**

**Предмет истраживања** докторске дисертације кандидата је детаљан приказ и анализа теоријских и нумеричких метода за одређивање параметара јонизације и електронске концентрације у процесима интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла. **Метода истраживања** је заснована на математичко-аналитичком представљању потенцијалних процеса који се одвијају при интеракцији ласерског спона са ткивом. Прорачун ће бити изведен за различите таласне дужине, фреквенције репетиције, густине енергије и снаге и ширине импулса ласера. Да би се овај задатак решио, кандидат је развио компјутерске програме написане у програмском језику Wolfram. У том циљу је коришћена имплицитна и експлицитна нумеричка метода апроксимације која је заснована на Рикатијевим и Бернулијевим једначинама, као и апроксимативне методе за решавање система диференцијалних једначина примерном Лапласове трансформације.

**Основни циљ** ове докторске дисертације је оптимизација површинског модификовања биолошког ткива импулсним нано-, пико-, и фемто-секундним ласерима. Поред тога, од интереса је и анализа ласерских параметара који недвосмислено утичу на временску и просторну расподелу слободних електрона.

Интеракција ласерских зрака са биолошким материјалима (ткивима) још увек није јасно и прецизно детерминисана. Због тога је **основна хипотеза** ове докторске дисертације оријентисана ка унапређењу поступка решавања временски независне и временски зависне диференцијалне једначине која описује процесе укључене у површинску модификацију посматране мете. Остале полазне хипотезе које воде ка испуњавању циљева ове докторске дисертације настале су као резултат детаљног проучавања досадашњег истраживања и најновијих достигнућа и сазнања. На основу тога се дефинишу следеће претпоставке:

- Диференцијална једначина која описује временску и просторну расподелу слободних електрона кроз дефинисање правила за редослед укључивања појединачних критичних процеса при интеракцији ласер-ткиво ће бити модификована и унапређена, тако да добијени модел пружи што већу количину информација потребних за поређење са доступним експерименталним подацима.
- Деловање бројних фактора који утичу на модификацију биолошких материјала ласерима: интензитет ласерског зрачења, дијаметар ласерског снопа, таласна дужина, енергија ласерског импулса, трајање и временски облик ће бити детаљно испитани.
- Анализом и моделовањем параметара ласера, а на основу теоријског, нумеричког и експерименталног истраживања интеракције ласер-ткиво, очекује се да ће ефекат топлотног оштећења околног ткива које се не третира ласерским снопом бити занемарљив или у потпуности отклоњен. Оваква студија ће имати низ бенефитних функција у примени ласерских интервенција на ткивима порекла.
- Спроведене нумеричке симулације ће пружити и додатне квантитативне податке о интеракцији ласер-ткиво, које није било могуће утврдити експериментално.
- Теоријски и нумерички модели ће бити додатно проширени у домену интеракције ласер-ваздух. Оваква разноврсна примена ће представити један од показатеља универзалности предложеног модела.

### 3. Образложење теме за израду докторске дисертације која омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригинални начин анализирања проблема

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације „**Теоријско-нумеричка метода за одређивање параметара јонизације и електронске концентрације у процесима интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла**”, кандидата Христине Делибашић Марковић, са образложеним предметом и циљевима рада, постигнутим доприносима (чему сведоче објављене публикације) и очекиваним резултатима, насталим детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу оригинална идеја.

### 4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

Кандидат ће у својој докторској дисертацији обухватити све елементе савременог научно-истраживачког рада поштујући основне критеријуме принципа и метода анализе,

имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања. Докторанд ће детаљно проверавати основне хипотезе анализом литературе и доступних извора, у већини случајева новијег датума.

У достављеној пријави теме докторске дисертације, кандидат се служио одговарајућом терминологијом из области Атомске, молекулске и оптичке физике. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, методама истраживања и предложеним хипотезама. У досадашњем периоду ангажовања, Христина Делибашић Марковић је савладала методологију и вештину самосталног истраживања. Поред тога, докторанд је испољио запажену научну активност која се манифестовала кроз смишо за анализу и решавање научних проблема из области која је предмет дисертације.

Предложена тема обухвата истраживање веома актуелне и значајне проблематике из области интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла. Очекује се да ће добијени резултати ове докторске дисертације бити објављени у више радова, који би били публиковани у неким од водећих научних часописа из физике.

#### **4.1. Оквирни садржај докторске дисертације**

Докторска дисертација ће се састојати из више међусобно повезаних делова:

- 1) Уводна разматрања,
- 2) Циљ истраживања,
- 3) Теоријска анализа и нумеричке методе,
- 4) Резултати,
- 5) Дискусија,
- 6) Закључна разматрања,
- 7) Литература.

У уводном делу дисертације (поглавља **Уводна разматрања** и **Циљ истраживања**) биће јасно прецизирана проблематика докторске дисертације, дефинисан циљ и предмет истраживања, као и упоредни преглед досадашњих открића. У поглављу **Теоријска анализа и нумеричке методе**, биће изложен детаљан теоријски опис критичних процеса који учествују у механизму продукције слободних електрона при интеракцији ласер-ткиво. Поред тога, биће презентовани и нумерички модели помоћу којих је могуће прецизно одредити најоптималније параметре одабраног ласера који обезбеђују највећу ефикасност. У оквиру поглавља **Резултати**, добијени резултати ће бити представљени јасно, концизно и објективно. Да би се потврдила тачност теоријских модела и нумеричких симулација, резултати добијени у овом поглављу ће бити упоређени са доступним експерименталним подацима. Дискусија добијених резултата ће бити обрађена у поглављу **Дискусија**. Такође, биће извршена и упоредна анализа са другим литературним подацима и дате смернице за будућа истраживања. У последњем делу дисертације биће представљени **Закључци** до којих се дошло приликом писања докторске дисертације, као и списак **Литературних извора** повезаних са актуелним истраживањима у области.

#### **5. Предложени ментор докторске дисертације**

Институт за физику Природно-математичког факултета у Крагујевцу за ментора ове дисертације предлаже др Виолету Петровић, ванредног професора Природно-математичког факултета у Крагујевцу.

**Образложение:** Ванредни професор, др Виолета Петровић се успешно бави научно-истраживачким радом из уже научне области **Атомске, молекулске и оптичке физике**. Предложени ментор докторске дисертације има више објављених радова у часописима са SCI листе, као и бројна саопштења на међународним и националним конференцијама. Већ дуже време бави се разним проблемима у области Атомске, молекулске и оптичке физике, те, имајући у виду циљеве и очекивање резултате ове дисертације, сматрамо да испуњава услове да буде ментор ове докторске дисертације.

## 6. Научна област дисертације

Област истраживања којом кандидат у својој дисертацији намерава да се бави може се, с обзиром на предмет и циљ истраживања, подвести под област: Атомска, молекулска и оптичка физика, за коју је Природно-математички факултет матичан.

## 7. Научна област чланова комисије

Чланови комисије се баве истраживањима из области Атомске, молекулске, хемијске и оптичке физике и Теоријске физике. Научна област предложеног ментора и чланова комисије је погодна за тему докторске дисертације, што можемо закључити на основу њиховог искуства у области науке, као и по броју објављених научних и стручних радова.

## 8. Подобност кандидата

### 8.1. Кратка биографија кандидата

**Опис досадашњег научно истраживачког рада кандидата:** Христина Делибashiћ Марковић је до сада објавила 11 научних радова који се налазе на SCI листи у часописима од међународног значаја, четири рада у домаћем часопису категорије M51, седам саопштења на међународним, као и осам саопштења на домаћим научним конференцијама категорија M32, M34 и M63. Кроз позив Министарства за науку и технолошки развој за укључивање 100 талентованих младих истраживача у научно-истраживачке пројекте, кандидат је од 14. марта 2019. године била ангажована на пројекту под називом „Физика сударних и фотопроцеса у атомским (био)молекулским и нанодимензијоналним срединама“ (OI171020, руководилац пројекта: проф. др Братислав Маринковић). Учествовала је у реализацији COST пројекта број: CM1204 „XLIC – XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry“ - (период ангажовања 27. 01. – 30. 04. 2017.). Почев од 11. фебруара 2019. године учествује у COST пројекту број: CA17126 „Towards understanding and modeling intense electronic excitation“, док је своје ангажовање на COST пројекту број: CA18222 "Attosecond Chemistry" започела 18. јуна 2019.

**Стручно усавршавање кандидата:** Као члан COST пројекта „XLIC – XUV/X-ray light and fast ions for ultrafast chemistry“, кандидат је 2017. године, провео три дана на Националном институту за нуклеарну физику (Institute for Nuclear Physics (INFN)) Универзитета у Ферари (Италија). Трошкови пута су обезбеђени из средстава фондације др Зоран Ђинђић „Путовањем до знања - Подршка талената“. Током боравка на INFN-у,

Христина Делибашић је стекла основна знања о нумеричким симулацијама (MBN Explorer, MBN Studio) које се користе у сврху испитивања динамике атома и молекула, интеракције ласера са биолошким ткивом и дејства ласера на наноструктурне материјале.

Докторанду је 2019. године кроз учешће на COST пројекту „Towards understanding and modeling intense electronic excitation“ додељена стипендија за двонедељни боравак на Институту за физику плазме и ласере (IPPL) хеленског медитеранског Универзитета на Криту. Захваљујући искуству које је стекла кроз практичан рад на нумеричким симулацијама и вишечасовним лабораторијским активностима у области интеракције ласерског зрачења са плазмом, проистекла је сарадња са истраживачком групом са IPPL-а.

Почетком 2020. године, кандидат је конкурисао за праксу у трајању од месец дана на GSI Институту у Немачкој (GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung). Тренутно се налази на листи чекања за доделу стипендије ради боравка у поменутој институцији. Стипендија би обухватила стручно усавршавање на пољу високо јонизованих атома и интеракције ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла.

**Учешће на међународним скуповима:** Христина Делибашић Марковић је учествовала на многим међународним и домаћим скуповима као аутор и коаутор из области Атомске, молекулске и оптичке физике. Укупно 5 радова у којима је изучавана ексцитација и фотојонизација атома и молекула су представљена на 4 међународне конференције (14. 03. – 16. 03. 2017. године: 4th XLIC GENERAL MEETING COST Action CM1204, Oral presentation at the 3rd Young Scientist Forum, Prague, Czech; 28. 08. – 1. 09. 2017. године: The sixth international school and conference of Photonics, Poster presentation, PHOTONICA 2017; 27. 09. – 30. 09. 2018. године: The second Conference of the Society of Physicists of Macedonia, Oral presentation, CSPM и 24 – 28. 08. 2020. године: 30 Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, Poster Presentation, SPIG 2020, Šabac). Кao резултат посебног интересовања за дијагностику ласерски индуковане плазме на узорку материјала биолошког порекла и ваздуха и сарадње са истраживачким групама из Шпаније и Грчке, кандидат је учествовао на 2 међународна састанка у оквиру COST акције CA17126 (04. 09. – 09. 03. 2019. године: First Group meeting COST action CA17126 „Towards understanding and modeling intense electronic excitation”, Oral presentation, Porto, Portugal; 16. 02. – 17. 02. 2020. године: TUMIEE Meeting in Warsaw, COST Action CA17126, Poster presentation), представивши укупно 3 рада.

**Сарадња са међународним тимовима и институцијама:** У оквиру међународних пројеката, кандидат и њен предложени ментор, проф. др Виолета Петровић су оствариле сарадњу са истраживачким групама (истраживачима) из следећих институција: Centro Láser, Universidad Politécnica de Madrid, C Alan Turing, 1. 28031, Madrid, Spain, Institute for Plasma Physics and Lasers (IPPL), Hellenic Mediterranean University, 74100, Tria Monastria, Rethymnon, Greece; Audio & Acoustic Technology Group, Wire Communications Laboratory, Department of Electrical & Computer Engineering, University of Patras, 26500 Rio, Greece.

Са колегама са Политехничког универзитета у Мадриду, кандидат и њен предложени ментор нумерички и теоријски моделују интеракцију ласера са кожом у наносекундом, пикосекундном и фемтосекундном импулсном режиму. Истраживања се врше имплементацијом експерименталних параметара ласерских система са три оперативне таласне дужине (у инфрацрвеном, зеленом и ултраљубичастом делу спектра), чиме се постиже селективно уништење циљаног слоја коже без већег топлотног оштећења околног

ткива које се не третира ласерским спом. Селективност при уклањању промена на кожи је могуће постићи правилним избором таласне дужине ласерског система и контролисањем параметара који доводе до оштећења (густина слободних електрона). Поред тога, од интереса је и анализа понашања биолошки активних молекула (хромофора) коже, као што су хемоглобин, меланин и вода, при апсорбцији ласерског зрачења. Описана истраживања могу наћи директну примену у дерматологији (ласерско уклањање капилара, тетоважа и меланома). Резултати досадашње сарадње су презентовани на међународном састанку у оквиру COST акције CA17126, кроз рад “Modelling of Laser Induce Optical Breakdown in Skin” и на тридесетом међународном симпозијуму физике јонизованих гасова (SPIG 2020), кроз рад “Numerical Investigation of The Plasma Formation in Skin Tissue by Nanosecond Nd: YAG Laser Pulse”. Поред тога, објављен је и заједнички рад у часопису са SCI листе: Delibasic, H., Petrović, V., Petrović, I., Molpeceres, C. and Lauzurica, S., 2021. Numerical modeling of plasma formation in skin tissues induced by nanosecond pulsed laser. The European Physical Journal D, 75(5), pp.1-6.

Међународна сарадња са групом са Института за физику плазме и ласере (IPPL) хеленског медитеранског Универзитета на Криту и групом за аудио и акустичну технологију Универзитета у Патриј је отпочела у октобру 2019. године и огледа се у анализи временске расподеле основних параметара ласерски индуковане плазме на чврстој мети у ваздуху при атмосферском притиску. Описано истраживање може наћи примену у војно-индустријском инжењерству. Резултати досадашње сарадње су презентовани на међународном састанку у оквиру COST акције CA17126, кроз рад “Analytical and numerical analysis of the plasma evolution in air generated by nanosecond laser pulses”, док је заједнички рукопис: “Numerical Investigation Of The Plasma Formation In Air Generated By 355 Nm Nd:Yag Laser Pulses” 2020. године публикован у часопису Kragujevac Journal of Science. Поред тога, рукопис под називом: “Analytical And Numerical Analysis Of The Plasma Evolution In Air Generated By Nanosecond Laser Pulses” је у процесу публиковања у часопису The European Physical Journal D (EPJ D).

## **8.2. Објављени радови кандидата**

Као аутор или коаутор, кандидат је објавио укупно 31 рад у научно-стручним часописима као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима:

### **Радови публиковани у истакнутим међународним часописима (категорија M<sub>22</sub>)**

1. Isaković, K., Petrović, V. and **Delibašić, H.**, The Contribution of the Atomic Excitation and Recollision Effect during Tunneling Ionization on the Transition Rate. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 128(2), pp.171-177, 2019; ISSN 1063-7761.  
DOI: 10.1134/S1063776119010138
2. **Delibašić, H.** and Petrović, V., Ellipticity-dependent ionization yield for noble atoms. *Chinese Physics B*, 28(8), pp. 083200-1 - 083200-6, 2019; ISSN: 2058-3834.  
DOI: 10.1088/1674-1056/28/8/083201
3. Isaković, K., Petrović, V. and **Delibašić, H.**, Energy distribution of ejected photoelectrons in K-2V process. *Romanian Reports in Physics*, 71(203), 2019; ISSN: 1221-1451.  
(<http://www.rnp.infim.ro/IP/2018/AN71203.pdf>)

4. **Delibasic, H.**, Petrovic, V. and Petrovic, I., Laser Breakdown in Water Induced by  $\lambda = 532$  nm Nanosecond Pulses: Analytical Calculation of the Number Density of Free Electrons. Journal of the Physical Society of Japan, 89(11), p.114501, 2020; ISSN: 0031-9015.

DOI: 10.7566/jpsj.89.114501

**Радови публиковани у међународним часописима (категорија M<sub>23</sub>)**

5. **Delibašić, H.**, Isaković, K., Petrović, V. and Miladinović, T., Estimation of the Influence of the Magnetic Component on the Transition Rate in a Linearly Polarized Laser Field. International Journal of Theoretical Physics, 57(2), pp.406-413, 2018; ISSN 1572-9575.

DOI: 10.1007/s10773-017-3572-7

6. Isaković, K.I., Petrović, V.M. and **Delibašić, H.S.**, Simultaneous excitation and photoionization tunneling transition rate in an elliptically polarized laser field. Laser Physics, 28(12), p.126001, 2018; ISSN: 1054-660X.

DOI: 10.1088/1555-6611/aae184

7. Petrović, V., **Delibašić, H.** and Isaković, K., Effect of the Corrected Ionization Potential on the HHG Transition Rate in a Linearly Polarized Laser. Acta Physica Polonica A, 134 (6), pp. 1170-1175, 2018; ISSN: 1898-794X.

DOI: 10.12693/APhysPolA.134.1170

8. Petrović, V., Isakovic, K. and **Delibasic, H.**, Theoretical study of the electron correlation and excitation effects on energy distribution in photon impact ionization, Revista Mexicana de Física, 65(3), pp.224-230, 2019; ISSN: 0035-001X.

DOI: 10.31349/RevMexFis.65.224

9. Petrović, V. and **Delibasic, H.**, Improved treatment of the photoionization process in the laser induced optical breakdown in the laser tissue, UPB Scientific Bulletin, Series A: Applied Mathematics and Physics, 81(4), pp.287-300, 2019; ISSN: 1223-7027.

([https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/fullf3d\\_436236.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/fullf3d_436236.pdf))

10. Petrović, V., **Delibašić, H.** And Petrović, I., Strong-field tunneling ionization rate based on Landau-Dykne transition theory, Journal of Experimental and Theoretical Physics, 160 (1), pp. 5-12, 2021; ISSN:1090-6509.

DOI: 10.31857/S0044451021070014,

(<http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/e/index/r/160/1/p5?a=list>)

11. **Delibasic, H.**, Petrovic, V., Petrovic, I., Molpeceres, C. and Lauzurica, S., Numerical modeling of plasma formation in skin tissues induced by nanosecond pulsed laser. The European Physical Journal D, 75(5), pp.1-6, 2021; ISSN: 1434-6060

DOI: 10.1140/epjd/s10053-021-00170-z

**Предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу (M<sub>32</sub>)**

12. Kristina Isaković, **Hristina Delibašić**, Violeta Petrović, “K-2V process in function of LEE energy distribution”, 4th XLIC GENERAL MEETINGCOST Action CM1204, 14.03.–16.03.2017.Prague, Czech Republic, Book of Abstracts, Editors: Miroslav Polasek, Vera

Krizova (J. Heyrovsky Institute of Physical Chemistry of the CAS, v.v.i., Prague, 2017)  
Oral presentation at the 3rd Young Scientist Forum, p.32, ISBN: 978-80-87351-41-3.

#### Саопштења са међународног скупа штампано у целини (M<sub>33</sub>)

13. **H. Delibašić**, V. Petrović, I. Petrović, C. Molpeceres and S. Lauzurica, Numerical Investigation of the Plasma Formation in Skin Tissue by Nanosecond Nd: YAG Laser Pulse”, Proc. 30th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG2020), August 24 – 28, 2020, Šabac, Serbia, Contributed Papers & Abstracts Of Invited Lectures, Topical Invited Lectures and Progress Reports, Editors: Luka Č. Popović, Duško Borka, Dragana Ilić and Vladimir Srećković, (Faculty of Mathematics - Dept. of Astronomy, Astronomical Observatory of Belgrade, Institute of Physics - University of Belgrade, Belgrade, 2020) Contributed Paper, pp.113-116. Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 99, 113-116 (2020), ISSN: 0373-3742, ISBN: 978-86-80019-94-9.

#### Саопштења на међународним конференцијама штампано у изводу (M<sub>34</sub>)

14. Kristina Isaković, **Hristina Delibašić**, Violeta Petrović, “Energy distribution of ejected photoelectrons in K-2V process”, The sixth international school and conference of Photonics, PHOTONICA2017, 28.08.-1.09.2017. Beograd, Book of Abstracts, p. 172, ISBN 978-86-82441-46-5.
15. Violeta Petrović, **Hristina Delibašić**, Kristina Isaković, “Effect of the Corrected Ionization Potential on the High-Harmonic Generation transition rate in a linearly polarized laser field”, The sixth international school and conference of Photonics, PHOTONICA 2017, 28.08.-1.09.2017. Beograd, Book of Abstracts, p. 183, ISBN 978-86-82441-46-5.
16. Violeta Petrović, Kristina Isaković, **Hristina Delibašić**, “The theoretical study of the electron correlation and excitation effects on the energy distribution in photon impact ionization”, The second Conference of the Society of Physicists of Macedonia, CSPM, 27-30.09.2018., Ohrid, Oral presentation  
[https://539abdd0-bcdb-4d1a-9a06-f1477b008b14.filesusr.com/ugd/cd2f1a\\_ca24f69a97094750872ebc9cb994f80d.pdf](https://539abdd0-bcdb-4d1a-9a06-f1477b008b14.filesusr.com/ugd/cd2f1a_ca24f69a97094750872ebc9cb994f80d.pdf)
17. Ivan Petrović, **Hristina Delibašić**, and Violeta Petrović, “Machine learning in python: possibilities and limitations”, X International Conference Of Social And Technological Development, STED 2021, 03-06. 06. 2021. Trebinje, Republic of Srpska, p. 87, ISSN 2637-3298.
18. Ivan Petrović, **Hristina Delibašić**, and Violeta Petrović, “Designing a digital system for liquid level Indication using combinational logic circuits and microcontroller systems”, X International Conference Of Social And Technological Development, STED 2021, 03-06. 06. 2021. Trebinje, Republic of Srpska, p. 88, ISSN 2637-3298.

#### Радови публиковани у часопису од међународног значаја (M<sub>51</sub>)

19. **Delibašić, H.S.**, Petrović, V.M. and Isaković, K.I., The effects of the perturbated ionization potential and the magnetic component on the relativistic transition rate. Kragujevac Journal of Science, (40), pp.23-32, 2018; ISSN: 1450-9636.
20. **Delibašić, H.S.**, Petrović, I.D. and Petrović, V.M, Visualization of the ionization yields model of the noble atoms in an elliptically polarized laser field by using symbolic

programming language. Kragujevac Journal of Science, (41), pp.25-36, 2019; ISSN: 1450-9636.

21. **Delibašić, H.S.**, Kaleris, K., Petrović, V.M. and Petrović, I.D., Numerical investigation of the plasma formation in air generated by 355 nm Nd: YAG laser pulses. Kragujevac Journal of Science, (42), pp.19-28, 2020; ISSN: 1450-9636.
22. Petrović, V.M., **Delibašić, H.S.**, and Petrović, I.D., The effect of magnetic field on the tunneling yield of ammonia molecules. Kragujevac Journal of Science, (43), pp.1-15, 2021; ISSN 2466-5509.

**Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини (М<sub>61</sub>)**

23. Violeta Petrović i **Hristina Delibašić**, Jednostavni kompjuterski kodovi kao alat inovativnog pristupa nastavi fizike, Nastava Fizike, ISSN: 2406-2626, Broj 8, str. 31-40, XXXVII Republički seminar o nastavi fizike, Kladovo 2019.

**Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (М<sub>63</sub>)**

24. **Hristina Delibašić** i Violeta Petrović, Faradejev zakon elektromagnetne indukcije, Nastava Fizike, ISSN: 2406-2626, Broj 3, str. 61 – 64, XXXIV Republički seminar o nastavi fizike, Zlatibor 2016.
25. **Hristina Delibašić**, Kristina Isaković i Violeta Petrović, Električna otpornost grafitne olovke, Nastava Fizike, ISSN: 2406-2626, Broj 5, str. 29 – 32, XXXV Republički seminar o nastavi fizike, Šabac 2017.
26. **Hristina Delibašić**, Kristina Isaković, Violeta Petrović, Provera Omovog zakona korišćenjem prototipske ploče, Zbornik radova VI Međunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjim školama, ISBN 978-86-81182-00-0 (АГ), str. 53 – 59, Aleksinac 2018.
27. Violeta Petrović, **Hristina Delibašić** i Kristina Isaković, Indikator nivoa vode u menzuri, Nastava Fizike, ISSN: 2406-2626, Broj 6, str. 87 – 90, XXXVI Republički seminar o nastavi fizike, Kladovo 2018.
28. **Hristina Delibašić**, Kristina Isaković i Violeta Petrović, Provera ispravnosti poluprovodničkih komponenata, Zbornik radova VII Međunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjim školama, ISBN 978-86-81182-00-0 (АГ), str. 31 – 38, Aleksinac 2019.
29. **Hristina Delibašić** i Violeta Petrović, Merenje vremena propagacije signala kroz digitalna logička kola, Nastava Fizike, ISSN: 2406-2626, Broj 8, str. 163 – 166, XXXVII Republički seminar o nastavi fizike, Kladovo 2019.
30. **Hristina Delibašić** i Violeta Petrović, Primena pograrnskih jezika Wolfram i Python u nastavi fizike, Zbornik radova VIII Međunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjim školama, ISBN 978-86-81182-00-0 (АГ), Aleksinac 2020.
31. **Hristina Delibašić**, Violeta Petrović i Ivan Petrović, Uticaj motivacije na stepen postignuća učenika, Nastava Fizike, ISSN: 2406-2626, Broj 10, str. 89 – 94, XXXVIII Republički seminar o nastavi fizike, Kopaonik 2021.

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

## ЗАКЉУЧАК

На основу свега изложеног, Комисија закључује да кандидат **Христина Делибашић Марковић**, испуњава све услове предвиђене законом и статутом Природно-математичког факултета у Крагујевцу за израду докторске дисертације из области физичких наука. Комисија такође сматра да је предложена тема докторске дисертације научно интересантна и значајна, односно да је научно оправдана. Због тога Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета и Већу за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу да одобри израду пријављене докторске дисертације кандидату под називом:

**„Теоријско-нумеричка метода за одређивање параметара јонизације и електронске концентрације у процесима интеракције импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла”.**

За ментора се предлаже проф. др Виолета Петровић, ванредни професор Природно-математичког факултета у Крагујевцу.

У Крагујевцу,

27.07.2021. године.

## ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Виолета Петровић  
проф. др Виолета Петровић, ванредни професор – предложени ментор рада,  
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу,  
Ужа научна област: Атомска, молекулска и оптичка физика

Братислав Маринковић  
проф. др Братислав Маринковић, научни саветник у пензији – председник комисије,  
Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду,  
Ужа научна област: Атомска, молекулска, хемијска и оптичка физика

Иван Манчев  
проф. др Иван Манчев, редовни професор – члан комисије,  
Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу,  
Ужа научна област: Теоријска физика.



Крагујевац

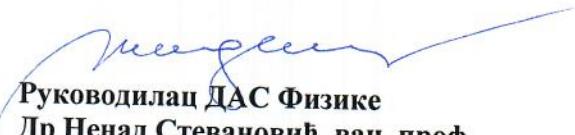
18.08.2021.

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА



Предмет: Сагласност руководиоца ДАС Физике

Сагласан сам за усвајање извештаја научне заснованости теме докторске дисертације, под радним насловом **Теоријско-нумеричка метода за одређивање параметара јонизације и електронске концентрације у процесима интеркације импулсног ласерског зрачења са материјалима биолошког порекла**, и испуњености услова кандидата Христине Делибашић Марковић, асистента и студента на докторских академским студијама физике на Природно-математичком факултету у Крагујевцу.

  
Руководилац ДАС Физике  
Др Ненад Стевановић, ван. проф.