

ПРИМЉЕНО: 23.06.2016			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	1277		

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Маријане Гавриловић за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 5024/11-1 Од 1. јуна 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Маријане Гавриловић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Узајамно дејство кавитационог мехура и зрачења плазме код пробоја индукованог једним ласерским импулсом на мети у течности ” (енг. " Interplay of cavitation bubble and plasma emission during single pulse laser induced breakdown on submerged target "¹).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Маријана Гавриловић рођена је у Крагујевцу 12. 06. 1986. године. Дипломирала је на Електротехничком факултету у Београду 17. 12. 2009. године, на одсеку за физичку електронику, смер за биомедицински и еколошки инжењеринг (са просечном оценом 8.36). Мастер студије је завршила такође на Електротехничком факултету 09.05.2011. на смеру биомедицински и еколошки инжењеринг (са просечном оценом 9.67). Докторске студије на Електротехничком факултету уписала је школске 2011/2012 године на модулу наноелектроника и фотоника и тренутно је на трећој години докторских студија. Положила је све испите са оценом 10.00.

Запослена је у Институту за Физику (од 01.01.2011) где је ангажована на пројекту „Спектроскопска дијагностика нискотемпературне плазме и гасних пражњења: облици спектралних линија и интеракција са површинама“ који финансира Министарство за науку и технолошки развој.

Маријана Гавриловић је учествовала на билатералном пројекту са Француском - Павле Савић, Истраживање параметара Штарковог ширења спектралних линија неопходних за анализу материјала помоћу спектроскопије ласерски индукованог пробоја, ев. Бр. 680-00-132/2012-09/03, (2012-2014).

Тренутно је ангажована на билатералном пројекту са Словачком на пројекту Мерење параметара Штарковог ширења за унапређења спектроскопије ласерски индукованог пробоја (ЛИБС), 451-03-545/2015-09/12.

Била је један од одабраних кандидата за учешће на конференцији и школи у Интернационалном центру за теоријску физику (ИЦТП) у Трсту (март 2015), под називом

¹ Дисертација ће бити писана на енглеском језику

Модерне методе у спектроскопији плазме, које су заједнички организовали ИЦТП и међународна атомска агенција из Беча (ИАЕА).

Као гостујући истраживач посетила је лабораторије Одељења за фотонику Јагиелонског универзитета у Кракову јуна 2015, где је у оквиру студијског боравка од месец дана радила на експерименталном проучавању ласерски произведене плазме помоћу оптичке емисионе спектроскопије и Томсоновог расејања

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Кандидаткиња је уписала докторске студије на Електротехничком факултету школске 2011/12 године, на модулу наноелектроника и фотоника. У току докторских студија, до подношења Захтева за одобрење теме дисертације, Маријана Гавриловић је испунила све обавезе предвиђене Студијским програмом и изборним подручјем студија (Научно-стручни рад 3 ЕСПБ, Студијски истраживачки рад I-15 ЕСПБ и II-15 ЕСПБ), и положила следеће испите:

1. Комплексни феномени у физици плазме (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
2. Скенирајућа микроскопија у наноуци и нанотехнологији (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
3. Електричне и оптичке карактеристике материјала у наноелектроници и фотоници (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
4. Простирање оптичких таласа у комплексним срединама (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
5. Примена плазме у савременим технологијама електроници и науци о материјалима (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
6. Фуријеова оптика (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
7. Нелинеарна оптика (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
8. Увод у научни рад (оцена 10 – 6 ЕСПБ)
9. Оптиелектронске мерне методе (оцена 10 – 9 ЕСПБ)
10. Модерне фотонске компоненте и системи (оцена 10 – 9 ЕСПБ)

Дана 17.06.2016. кандидаткиња је успешно одбранила ипит о подобности теме и кандидата на усменој одбрани у присуству Комисије (др Пеђа Михаиловић, др Зоран Трифковић, др Златан Стојковић)

Резултати научне активности Маријане Гавриловић приказани су у следећим радовима:

Радови у врхунским међународним часописима M21:

1. M. R. Gavrilović, M. Cvejić, V. Lazic, S. Jovičević, Secondary plasma formation after single pulse laser ablation underwater and its advantages for laser induced breakdown spectroscopy (LIBS), Phys.Chem.Chem.Phys., (2016) 18, 14629.
ISSN: 1463-9076 DOI: 10.1039/C6CP01515H, Импакт фактор 4.449
2. M. Cvejić, M.R. Gavrilović, S. Jovičević, N. Konjević, Stark broadening of Mg I and Mg II spectral lines and Debye shielding effect in laser induced plasma (2013) Spectrochimica Acta - Part B Atomic Spectroscopy, 85, pp. 20-33.
ISSN: 0584-8547 DOI:10.1016/j.sab.2013.03.011 Импакт фактор 3.194
3. M. Cirisan, M. Cvejić, M.R. Gavrilović, S. Jovičević, N. Konjević, J. Hermann, Stark broadening measurements of Al II lines in a laser-induced plasma (2014) Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 133, pp. 652-662
ISSN: 0022-4073 DOI: doi:10.1016/j.jqsrt.2013.10.002 Импакт фактор 2.768

4. M. Cvejić, E. Stambulchik, M.R. Gavrilović, S. Jovićević, N. Konjević, *Neutral lithium spectral line 460.28 nm with forbidden component for low temperature plasma diagnostics of laser-induced plasma* (2014) Spectrochimica Acta – Part B Atomic Spectroscopy, 100, pp. 86-97 ISSN: 0584-8547 DOI: doi:10.1016/j.sab.2014.08.007 Импакт фактор 3.176

Радови у међународним часописима M23:

1. Irene L. Epstein, Marijana Gavrilović, Sonja Jovićević, Nikola Konjević, Yuri A. Lebedev and Alexey V. Tatarinov, *The study of a homogeneous column of argon plasma at a pressure of 0.5 torr, generated by means of the Beenakker's cavity*, The European Physical Journal D, 68, (2014), 334-343
ISSN: 1434-6060 DOI:10.1140/epjd/e2014-50182-7 Импакт фактор 1.24
2. Olivera Ciraj-Bjelac, Marijana Gavrilović, Danijela Arandjic, Milan Vujovic, Predrag Bozovic, *Radiation exposure during x-ray examinations in a large paediatric hospital in Serbia*, Radiation Protection Dosimetry (2015), 165, 1-4, pp. 220-225
ISSN: 0144-8420 DOI: 10.1093/rpd/ncv084 Импакт фактор 0.916

Радови у часописима:

1. Nikola Mijailović, Marijana Gavrilović, and Stefan Rafajlović, *Gait Phases Recognition from Accelerations and Ground Reaction Forces: Application of Neural Networks*, Telfor Journal, Vol. 1, No. 1, 2009, pp 34-37. ISSN 1821-3251

и конференцијама:

1. M. Cvejić, M. Gavrilović, S. Jovićević, M. Ivković, N. Konjević, "Li I 460.3 nm line with forbidden component for LIBS electron number density diagnostics", in Book of abstracts, EMSLIBS 2011: 11-15 September (2011), Çeşme Izmir - Turkey, Poster-42, pp 128 one page abstract, online
2. M. Cvejić, M. Gavrilović and S. Jovićević, "Procedure for processing spectral images and self-absorption correction", *26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27 - 31, 2012, Zrenjanin Serbia*, CONTRIBUTED PAPERS & ABSTRACTS OF INVITED LECTURES AND PROGRESS REPORTS, Editors: M. Kuraica, Z. Mijatović, publisher University of Novi Sad Faculty of sciences Department physics, pp 155-158 (2012), ISBN 978-86-7031-244-9
3. M. Gavrilović, M. Cvejić, S. Jovićević and N. Konjević, "Characterization of laser-induced plasma by optical emission spectroscopy", *26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27 - 31, 2012, Zrenjanin Serbia*, CONTRIBUTED PAPERS & ABSTRACTS OF INVITED LECTURES AND PROGRESS REPORTS, Editors: M. Kuraica, Z. Mijatović, publisher University of Novi Sad Faculty of sciences Department physics, pp 175-158 (2012), ISBN 978-86-7031-244-9
4. M. Gavrilović, S. Jovićević and N. Konjević, "Spectroscopic characterisation of micro APGD in helium", *26th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 27 - 31, 2012, Zrenjanin Serbia*, CONTRIBUTED PAPERS & ABSTRACTS OF INVITED LECTURES AND PROGRESS REPORTS, Editors: M. Kuraica, Z. Mijatović, publisher University of Novi Sad Faculty of sciences Department physics, pp 179-182 (2012), ISBN 978-86-7031-244-9

5. М. Цвејић, М. Р. Гавриловић, С. Јовићевић, Н. Коњевић, Дијагностика ласерски произведене плазме помоћу оптичке емисионе спектроскопије, Зборник радова, XII Конгрес Физичара Србије Врњачка бања, Србија, 28 април- 2 мај 2013, pp 363-366, ISBN 978-86-86169-08-2
6. М. Cvejić, M.R. Gavrilović, S. Jovićeвић, N. Konjeвић,; Diagnostics of laser induced plasma by optical emission spectroscopy, CEAMP2013, 3rd National Conference of Electronic, Atomic, Molecular and Photonic Physics, Contributed papers & abstracts of invited lectures and progress reports, Publ. University of Belgrade, Faculty of Physics, p. 11, ISBN 978-86-84539-10-8
7. М. Cvejić, М. Ćirišan, M.R. Gavrilović, S. Jovićeвић, N. Konjeвић, J. Hermann,; Stark broadening parameters of Al II line 704.9 nm measured in laser-induced plasma, EMSLIBS 2013 Euro Mediterranean Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy, Bari, Italy, Book of Abstracts, p129, online
8. M. R. Gavrilović, M. Cvejić, S. Jovićeвић, N. Konjeвић; Stark broadening of Pb II lines in laser induced plasma, EMSLIBS 2013 Euro Mediterranean Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy, Bari, Italy, Book of Abstracts, p.137, online
9. O. Ciraj-Bjelac, M. Gavrilovic, D. Arandjic, M. Vujovic, P. Bozovic, Radiation exposure during x - ray examinations in a large dedicated paediatric hospital in Serbia, International conference on radiation protection in medicine, 30 may – 2 june 2014, Varna, Bulgaria, MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL Journal, vol.2, No.1, 2014, online
10. M.R. Gavrilović, M. Cvejić, V. Lazić, S. Jovićeвић,; Single-pulse laser induced plasma in water: shock wave, bubble and plasma emission, Publ. Institute of Physics Belgrade and Serbian Academy of Sciences and Art, Contributed Paper, SPIG2014, p311, ISBN 978-86-7762-600-6
11. M.R. Gavrilović, M. Cvejić, V. Lazić, S. Jovićeвић,; Dynamics and optical properties of the laser induced bubble, Publ. Institute of Physics Belgrade and Serbian Academy of Sciences and Art, Contributed Paper, SPIG2014, p315, ISBN 978-86-7762-600-6
12. M.R.Gavrilović, M. Cvejić, S. Jovićeвић, Single pulse laser-induced breakdown on the target in water, 2015 Joint ICTP-IAEA Advanced School and Workshop on Modern Methods in Plasma Spectroscopy, Book of abstracts, p32, online
13. M.R. Gavrilović, M. Cvejić, V. Lazić, S. Jovićeвић, Diagnostics of underwater laser-induced breakdown on alumina target, BOOK OF ABSTRACTS, EMSLIBS 2015, 8th Euro-Mediterranean Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy, 14-18 September, Linz, Austria, 136,P26, online

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Резултати досадашњег истраживачког рада Маријане Гавриловић и остварена искуства, указују да ће предложена докторска дисертација бити успешно реализована.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања у оквиру дисертације је интеракција фокусираног ласерског зрачења са узорком у течности. Када је ласерски зрак фокусиран на мету у течности долази до интеракција ласер-течност, ласер-мета и стварања ласерски индукованог пробоја и плазме. Услед ширења плазме формира се ударни талас, праћен настанком кавитационог мехура, његовом експанзијом и колапсом. Кавитациони мехур у себи задржава избачени

материјал и загрејану пару и представља својеврсни реактор за даље одвијање реакција између избачених честица и течнoг окружења. Цео процес је изузетно комплексан и одвија се на јакoм малом простору и у кратком временском интервалу и представља изазов за експериментално проучавање.

Циљ истраживања је испитивање могућности аналитичке примене методе спектроскопије ласерски индукованог пробоја за карактеризацију материјала у течности, употребом једног ласерског импулса комерцијалног ласерског извора. Ако таква могућност постоји, потребно је одредити који су неопходни услови, као и какав је утицај осталих процеса који се јављају при интеракцији, са нарочитим акцентом на кавитациони мехур.

Интеракције ласерског зрака са течностима и метама у течностима је веома актуелна област са великим бројем радова последњих двадесетак година, нарочито због велике применљивости истраживања у медицинске сврхе. При томе је сам пробој у течностима знатно боље проучен, док је за случај узорка у течности број теоријских и експерименталних истраживања значајно мањи.

Како је међусобно дејство кавитационог мехура и емисије плазме недовољно истражено (трајање плазме, просторна и временска еволуција плазме унутар мехура, формирање наночестица унутар кавитационог мехура, итд.) предложена тема има фундаментални значај. Поред тога, ово истраживање је од значаја за практичне примене код којих долази до интеракције ласерског зрака са метом у течности. На пример, код производње наночестица ласерском аблацијом у течности јакo је битно познавати динамику кавитационог мехура, као и при ласерској обради материјала у води где је и мехур и ударни талас представљају додатне механичке ефекте који имају утицај на квалитет обраде материјала.

Основна литература коју кандидат треба да проучи и на коју се наслањају предвиђена истраживања је представљена испод:

1. V. Lazic, *LIBS analysis of liquids and of materials inside liquids*, in: S. Mussazzi, U. Perini (Eds.), *Laser Induced Breakdown Spectroscopy: Theory and Applications*, Springer & Verlag, 2014
2. V. Lazic, S. Jovićević, *Laser induced breakdown spectroscopy inside liquids: Processes and analytical aspects*, Spectrochim. Acta Part B 101 (2014) 288–311
3. A. De Giacomo, M. Dell'Aglio, O. De Pascale, M. Capitelli, *From single pulse to double pulse ns-laser induced breakdown spectroscopy under water: elemental analysis of aqueous solutions and submerged solid samples*, Spectrochim. Acta B 62 (2007) 721–768.
4. B. Thornton, T. Masamura, T. Takahashi, T. Ura, K. Ohki, T. Sakka, *Development and field testing of laser-induced breakdown spectroscopy for in situ multi-element analysis at sea*, Proc. IEEE Oceans 12 (2012) (120514-002).
5. A. Vogel, V. Venugopalan, *Mechanisms of pulsed laser ablation of biological tissues*, Chem. Rev. 103 (2003) 577–644.
6. A. Kruusing, *Handbook of liquid assisted laser processing*, Elsevier, 2010
7. V. Amendola, M. Meneghetti, *What controls the composition and size of nanomaterials generated by laser ablation in liquid solutions?*, Phys.Chem. Chem. Phys., 2013, 15, 3027
8. S. Guirado, F.J. Fortes, V. Lazic, J.J. Laserna, *Chemical analysis of archaeological materials in submarine environments using laser-induced breakdown spectroscopy. On-site trials on Mediterranean Sea*. Spectrochim. Acta B 74–75 (2012) 137–143.
9. G. Yang, *Laser ablation in liquids-Principles and applications in the preparation of nanomaterials*, 2012 by Taylor & Francis Group, LLC
10. J. Lam, D. Amans, F. Chaput, M. Diouf, G. Ledoux, N. Mary, K. Masenelli-Varlot, V. Motto-Ros, C. Dujardin, *γ -Al₂O₃ nanoparticles synthesised by pulsed laser ablation in liquids: a plasma analysis*, Phys.Chem.Chem.Phys., (2014) 16, 963.

3. Полазне хипотезе

1. Оптимално фокусирања је критичан параметар за оптимизацију приликом индуковања ласерске плазме комерцијалним наносекундим ласерским извором на мети у течности.
2. Кавитациони мехур који настаје након интеракције фокусираног ласерског зрака са метом у течности има значајну улогу у даљој просторној и временској еволуцији плазме.
3. Применом методе спектроскопије ласерски индукованог пробоја са једним ласерским импулсом у течности могуће је одредити састав материјала мете, као и детектовати примесе и нечистоће, како из материјала мете тако и из течности.

4. Научне методе истраживања

Методе које ће бити коришћене у овом истраживању су експерименталне. За обраду података делом ће се користити постојећи софтвер који ће бити прилагођен тренутним потребама, док ће неки програми за обраду експерименталних података бити додатно написани.

Индуковање ласерског пробоја на чврстој мети у течности биће вршено у комори од плексигласа, која ће бити направљена у лабораторији. Комора ће имати са предње стране уграђено сочиво и два кварцна прозора са обе стране која ће омогућавати латерално посматрање плазме, кавитационог мехура и ударног таласа. За иницирање плазме биће коришћен Nd:Yag ласер трајања импулса 20 нс, са могућношћу одабира таласне дужине од 1064 нм или 532 нм. Као узорци ће бити коришћене мете од различитих материјала, метала, полупроводника и керамике. Течност у којој ће се одвијати интеракција ће примарно бити дестилована вода, мада ће се радити и експерименти и у води из градског водовода и у алкохолу.

За проучавање веома брзих процеса који настају након интеракције фокусираног ласерског зрака и мете у течности јако је битна добра временска резолуција. Из тог разлога ће се користити дигитални генератор кашњења преко кога ће се одвијати синхронизација ласерског импулса и времена снимања. То даје могућност коришћења уских временских опсега снимања до минималних 15 нс и одабир произвољног кашњења у односу на ласерски импулс како би се проучавале различите фазе еволуције плазме и мехура. Од експерименталних техника биће коришћена брза фотографија, *shadowgraphy*, *Schlieren*, оптичка емисиона спектроскопија, трансмисија и расејање. Брза фотографија ће имати првенствену улогу у расветљавању просторног и временског понашања ласерски индуковане плазме, док ће *shadowgraphy* и *Schlieren*, који детектују промене другог и првог извода рефрактивног индекса средине респективно, бити коришћени за праћење динамике кавитационог мехура и ударног таласа. Трансмисија и расејање кроз настали кавитациони мехур биће коришћене као једноставнија комплементарна варијанта претходно наведених техника и биће оцењена њихова применљивост за одређивање основних параметара мехура. Спектроскопска мерења ће пружити увид у могућност анализе емисије плазме, као и одређивање фундаменталних параметара саме плазме.

Након проналажења оптималних услова фокусирања са становишта применљивости спектроскопије пробоја индукованог једним ласерским импулсом, свака од наведених експерименталних техника биће примењена при идентичним експерименталним условима, како би се резултати добијени овим различитим техникама могли поредити.

5. Очекивани научни допринос

1. Утврђивање утицаја и важности кавитационог мехура на време трајања плазме, као и услова који владају унутар мехура ради бољег разумевања процеса формирања наночестица при ласерској аблацији у течности.
2. Увид у расподелу упадне енергије на различите механичке и оптичке процесе релевантне за разне примене.
3. Одређивање основних параметара ласерски индуковане плазме на мети у течности.
4. Потврда могућности примене спектроскопије пробоја индукованог једним ласерским импулсом на мети у течности за анализу састава материјала.
5. Расветљавање утицаја карактеристика материјала на временску и просторну динамику плазме и мехура.

6. План истраживања и структура рада

У првој фази кандидат треба да се упозна са литературом из области релевантних за дисертацију. То подразумева упознавање са основном литературом из области ласерски индуковане плазме, као и ласерске аблације и процеса који настају при интеракцији ласерског зрака и мете. Даље, потребно је темељно упознавање литературе из области интеракција у течним срединама, као и свих механичких и других појава које су карактеристичне за простирање плазме у густој течној средини. Додатно, потребно је упознавање са посебним специфичностима везаним за конкретне материјале који ће бити коришћени као мете.

Наредна фаза подразумева израду одговарајуће коморе унутар које ће се одвијати интеракција ласера са метом. Потребно је пронаћи димензије коморе које ће омогућити поставку одговарајућег сочива на зид коморе које ће омогућити оптимално фокусирање на жељеном месту у комори на самој мети и истовремено искључити могућност нежељеног пробоја у течности пре мете.

Следећа фаза је постављање експеримента за снимање брзе фотографије. За ту сврху ће се пројектовати слика плазме кроз кварцне прозоре на комори и уз помоћ ахроматског сочива водити на објектив постављен на макромеху ради максималног увећања. Детекција слике ће се вршити помоћу iCCD камере. За *shadowgraphy* и *Schlieren* ће правац посматрања бити исти као и за брзу фотографију, с тим што ће бити додат просветљај белом светлошћу из ксенонске лампе, а за *Schlieren* ће бити додатно постављен просторни филтер у жижи сочива. Трансмисија и расејање ће се мерити помоћу пробних зрака из хелијум-неонског ласера и зелене ласерске диоде. За разлику од раније поменутих метода, детекција интензитета зрачења пропуштена кроз одговарајући интерференциони филтер ће се вршити помоћу фотомултипликатора, што ће омогућити да се помоћу једног пуцња добије читава временска еволуција сигнала, али без просторне разложености. То ће омогућити међусобну проверу слагања комплементарних техника.

За оптичку емисиону спектроскопију биће коришћен систем за пројектовање зрачења плазме на улазни разрез спектрометра помоћу огледала. Тражиће се оптимални услови под којима ће се утицај зрачења континуума, које представља један од главних проблема за спектроскопију плазме у води, значајно ублажити. То би омогућило примену методе спектроскопије пробоја индукованог једним ласерским импулсом за анализу састава материјала мете и течног окружења, што ће бити тестирано на више различитих узорака.

7. Закључак и предлог

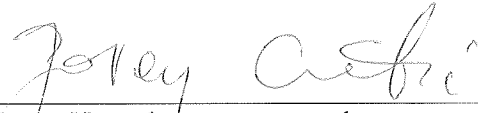
На основу изложеног, Комисија констатује да Маријана Гавриловић, мастер инг. електротехнике испуњава све потребне услове за израду докторске дисертације под насловом „Узајамно дејство кавитационог мехура и зрачења плазме код пробоја индукованог једним ласерским импулсом на мети у течности”, енг. Interplay of cavitation bubble and plasma emission during single pulse laser induced breakdown on submerged target . Осим испуњавања формалних услова, кандидаткиња је у свом досадашњем раду показала квалитете пресудне за научноистраживачки рад, као што су схватање теоријских концепата, оригиналност, способност да самостално и тимски решава проблеме на теоријском и експерименталном нивоу и да критички анализира добијене резултате. Предложена тема је из домена истраживања која се одвијају у оквиру научноистраживачког пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије „Спектроскопска дијагностика нискотемпературне плазме и гасних пражњења: облици спектралних линија и интеракција са површинама“ (ОН171014) на којем је кандидат ангажован. Имајући у виду наведени рад и значај постигнутих резултата, предлажемо Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да Маријани Гавриловић одобри израду докторске дисертације под називом

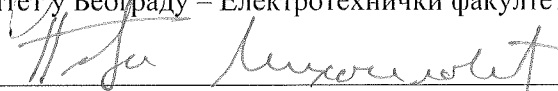
**Узајамно дејство кавитационог мехура и зрачења плазме код пробоја индукованог једним ласерским импулсом на мети у течности
(Interplay of cavitation bubble and plasma emission during single pulse laser induced breakdown on submerged target).**

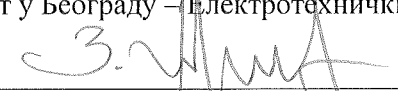
Тема припада изборном подручју Наноелектронике и фотонике, и ужој научној области физика плазме. За ментора рада предложен је др Јован Цветић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

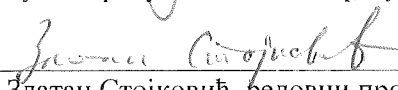
Београд 22. јун 2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Јован Цветић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Пеђа Михаиловић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Зоран Трифковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Машински факултет


др Златан Стојковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет