



Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

З А Х Т Е В

За давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:
„Оптимизација ласерских параметара за примене у интеракцији са материјалима биолошког порекла“ коју је пријавио кандидат **мр Зоран Латиновић**
Област: електротехника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата
Мр ЗОРАН (ЈОВАН) ЛАТИНОВИЋ
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање
Факултет техничких наука у Новом Саду
3. Година дипломирања: **1999.године**
4. Назив магистарске тезе кандидата
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена
Универзитет Минесота у Миннеаполису
6. Година одбране магистарске тезе: **2002.године**
Магистарска диплома нострификована 2004.године, чиме је кандидат стекао академски назив магистра техничких наука, смер телекомуникације
7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /
8. Одсек, смер или група: /
9. Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 22.02.2011.године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

- 1.Предлог теме докторске дисертације са образложењем
- 2.Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Миодраг Поповић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и чл.68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 22.02.2011.године, донело је

О Д Л У К У

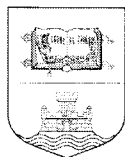
О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом:
„Оптимизација ласерских параметара за примене у интеракцији са материјалима биолошког порекла“ коју је пријавио **мр Зоран Латиновић**.

За ментора је именована др Јелена Радовановић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

ДЕКАН
Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић



Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Јелена Радовановић

Звање: ванредни професор

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. A. Daničić, J. Radovanović, V. Milanović, D. Indjin, Z. Ikonić, "Optimization and magnetic-field tunability of quantum cascade laser for applications in trace gas detection and monitoring", Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 43, 045101 (1–8), 2010. (IF= 2.083), ISSN: 0022-3727
2. J. Radovanović, V. Milanović, D. Indjin, Z. Ikonić, P. Harrison, "Charge carrier transport in quantum cascade lasers in strong magnetic field", Acta Physica Polonica A, Vol. 119, pp. 99–102, 2011. (IF=0.433) ISSN: 0587-4246
3. B. Novaković, J. Radovanović, A. Mirčetić, V. Milanović, Z. Ikonić, D. Indjin, "Influence of electron-electron scattering on electron relaxation rates in three and four-level quantum cascade lasers in magnetic field", Optics Communications, Vol. 279, pp. 330-335, 2007. (IF=1.314) ISSN: 0030-4018
4. J. Radovanović, A. Mirčetić, V. Milanović, Z. Ikonić, D. Indjin, P. Harrison, R. W. Kelsall, "Influence of the active region design on output characteristics of GaAs/AlGaAs quantum cascade lasers in a strong magnetic field", Semiconductor Science and Technology, Vol. 21, pp. 215-220, 2006. (IF=1.586) ISSN: 0268-1242
5. J. Radovanović, V. Milanović, Z. Ikonić, D. Indjin, P. Harrison, "Electron-phonon relaxation rates and optical gain in a quantum cascade laser in a magnetic field", Journal of Applied Physics, Vol. 97, pp. 103109 (1-5), 2005. (IF= 2.498) ISSN: 0021-8979

(навести пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује од 01.01.2010. године).

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na sednici br. 726 Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, održanoj 21.12.2010. godine, izabrani smo za članove Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije pod naslovom „**Optimizacija laserskih parametara za primene u interakciji sa materijalima biološkog porekla**”, kandidata mr Zorana Latinovića, diplomiranog inženjera elektrotehnike.

Na osnovu uvida u priloženi materijal podnosimo Veću sledeći

IZVEŠTAJ

a) Biografski podaci o kandidatu

Mr Zoran Latinović je rođen 31.12.1974. godine u Bačkoj Palanci. Osnovnu školu i gimnaziju je završio u Novom Sadu sa odličnim uspehom i pohvalama. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 1993. godine na elektrotehničkom odseku i diplomirao na usmerenju telekomunikacija 1999. godine. Magistrirao je na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Minesoti, smer Telekomunikacije u SAD u septembru 2002. godine (prosek: 9,57). Tokom magistarskih studija, imao je punu stipendiju NSF-a i radio kao asistent u istraživanju u timu mentora Dr Tryphon Georgiou-a na Univerzitetu u Minesoti. U oktobru 2004. godine je nostrifikovao magistarsku diplomu na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

Završio je specijalistički kurs iz biomedicinskog inženjeringa na Bugarskoj akademiji nauka u Sofiji februara 2004. godine. Od marta 2004. godine do oktobra 2008. godine je radio na poziciji inženjera u kompaniji „Iradia” u Sremskoj Kamenici. Od 2004. godine započinje saradnju sa Dr Edwardom Ciaccio-om na Univerzitetu Kolumbija u Njujorku, na Katedri za biomedicinski inženjering, a od 2000. godine sa Dr Milesom Srećković sa Elektrotehničkog Fakulteta u Beogradu, vezano za istraživanje u oblasti primena lasera u medicini. Bio je stipendista Fonda Dr Zoran Djindjić tokom leta 2005. godine, kada je bio na praksi u kompaniji Philips Medical Systems u Hamburgu, Nemačka. Na Univerzitetu Sheffield je avgusta 2008. godine završio MBA studije. Član je međunarodnih profesionalnih asocijacija: Alumni Asocijacije Univerziteta u Minesoti, Alumni Društva Instituta za Tehnologiju Univerziteta u Minesoti, IEEE i CMI u Engleskoj.

b) Podaci o objavljenim radovima kandidata

Radovi u časopisima međunarodnog značaja:

1. Srećković M., Ilić J., Kovačević A., Pantelić S., **Latinović Z.**, Borna N. and Ćosović V. (2007) Models of Interactions of Laser Beams with Materials of Interest for Optical Components and Provoked Damages, *Acta Physica Polonica A*, 112 (5), pp. 935-940.
2. Srećković M., Ilić J., Davidović M., Đokić B, Tomić Ž., **Latinović Z.** and Družijanić D. (2009) Laser Interaction with Material-Theory, Experiments and Discrepancies, *Acta Physica Polonica*, 116(4), pp. 618-622.

Radovi saopšteni na međunarodnim naučnim skupovima i štampani u celini u zbornicima radova sa recenzijom:

1. Srećković M., Bugarinović A., Janićijević A., **Latinović Z.**, Nikolić D., Đokić B., Dinulović M. and Fidanovski Z. (2009) Contemporary Problems in Interaction and Assessment of Laser Interaction with Material. *Contemporary Materials 2009, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, July 3-4, 2009, pp. 367-392 (Contemporary Materials 2010, Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka).*
2. Srećković M., Tomić Ž., Družijanić D., Pantelić S., **Latinović Z.**, Vulićević Lj. and Živković M. (2009) Savremeni prilazi i formalizmi interakcije koherentnih snopova sa materijalom. *Međunarodni Naučno-Stručni Simpozijum INFOTEH Jahorina, Bosna i Hercegovina a) E1-b-1, p 38, 2009; b) Zbornik u elektronskoj formi Vol. 8, mart 2009., ref. E-I-14, pp. 411-415.*

Radovi saopšteni na međunarodnim naučnim skupovima i štampani u formi abstrakta:

1. Srećković M., Kaludjerović B., Kovačević A., Rajković V., Pantelić S., **Latinović Z.**, Družijanić D. and Janićijević M. (2009) Some Problems in Modeling of Laser Interaction with Transparent and Absorptive Materials. *The International Conference on Physics of Optical Materials and Devices, ICOM 2009, Herceg Novi, Montenegro, August 27-30, 2009, p. 205.*

Radovi na domaćim konferencijama sa međunarodnim učešćem štampani u celini:

1. **Latinović Z.**, Srećković M., Tomić Ž., Milić S. and Radovanović-Polić S. (2006) Dizajn medicinskih uređaja sa primenom lasera i tehničko-administrativni zahtevi. *Četvrti Simpozijum o Konstruisanju, oblikovanju dizajnu- KOD 2006, Palić, 30.-31. maj 2006., pp. 67-72.*

Radovi na domaćim konferencijama štampani u celini:

1. **Latinović Z.**, Oros A. and Latinović S. (2005) Primena diodnog lasera talasne dužine 810nm u oftalmologiji. *Zbornik Radova 49. Konferencije za ETRAN, Budva, 5.-10. juna 2005. godine, Tom 3, pp. 358-361.*
2. Družijanić D., Dinulović M., Božović Z., **Latinović Z.**, Rajković V., Rajčić B., Barjaktarević D. and Popović S. (2005) Interakcija CO₂ i Er:Yag lasera sa biološkim i protetskim materijalima u stomatologiji. *Zbornik Radova 49. Konferencije za ETRAN, Budva, 5.-10. juna 2005. godine, Tom 3, pp. 296-299.*

Radovi na domaćim konferencijama štampani u formi abstrakta:

1. Tomić Ž., Davidović M., Ivanović N., **Latinović Z.**, Zarubica V., Janićijević M. and Nešić M. (2010) Dinamičko i statičko rasejanje koherentne svetlosti i ocene konstanti materijala. *Zbornik Apstrakata Konferencije Fotonika 2010-Teorija i Eksperiment u Srbiji, Beograd, 21.-23. aprila 2010. godine, p. 12 (2010).*

c) Predmet i cilj istraživanja

U dugoj praksi upotrebe lasera u medicini, zapažen je konstantan napredak u razvoju laserske tehnologije, optičkih sistema, kao i studioznog razumevanja interakcije laserskog snopa i humanog tkiva, što je značajno doprinelo neprekidnom usavršavanju same laserske tehnologije. Izbor talasne dužine, frekvencije repeticije, energije (gustine energije i gustine snage) i širine impulsa su presudni u određivanju efikasnosti procedure i smanjenju neželjenih efekata po

humana tkiva zavisno od vrste tkiva (koagulacija, nekroza, karbonizacija, opekotine, oštećenje očnog aparata) sa biomedicinske strane, a po vek uređaja sa tehničke strane. Težnja ka što bržim i efikasnijim procedurama, prilagođenim što jednostavnijem korišćenju uređaja, određuje pravac kontinuiranog razvoja laserske tehnologije. Izbor određene talasne dužine uz odgovarajući izbor radnih parametara omogućuje proces optimizacije rada laserskih sistema i efektivniju interakciju laserskog snopa sa tkivom. Svaki laserski uređaj ima svoj način optimizacije procesa apsorpcije laserskog snopa u odgovarajućoj strukturi. Primena različitih tipova lasera je dokazana u mnogim oblastima medicine (oftalmologija, stomatologija, dermatologija, urologija, vaskularna hirurgija i dr.). Interakcija laserskog snopa sa materijalom se razmatra danas u nekoliko vremenskih domena rada: kontinualnom i impulsnom: milisekundnom, mikrosekundnom, nanosekundnom, pikosekundnom i femtosekundnom. Zavisno od dinamičkog režima rada lasera pojavljuju se različiti problemi tehničke (inženjerske) i teorijske prirode. Pojedine konstrukcije lasera su podjednako zastupljene u industriji, elektrotehnici, mikroelektronici, nauci i medicini. Modelovanje interakcije se može posmatrati kroz nekoliko nivoa, počevši od fundamentalnih, pa do specifičnih. Kroz modelovanje se pojavljuju, prema izabranom prilazu, različiti parametri materijala, koji se u opštim modelima odražavaju preko funkcija odziva materijala i tipa dinamike makroskopskog i mikroskopskog posmatranja materijala.

d) Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Predložena oblast istraživanja pripada savremenoj problematici [1-22], koja je široko zastupljena u literaturi, dok se predložena tema disertacije fokusira na deo problematike, koji je do sada manje analiziran. Eksperimentalni i teorijski delovi rada imaju svoje temelje u drugim naučnim disciplinama. Za potrebe teze će biti razvijani i produbljivani elementi, koji se odnose na modelovanje procesa interakcije laserskih snopova sa biomaterijalom, uključujući i protetičke materijale [1,10]. Kao relevantni bibliografski izvori će se uključiti opšti prilazi i savremeni pristupi sa specificiranim tipovima modelovanja. Pristup potrebnoj literaturi mora biti multidisciplinarnan i podrazumeva osvrt na osobine biomaterijala, primene u specifičnim oblastima medicine, interakcije koherentnog zračenja sa materijalom, dijagnostičke tehnike koje u osnovi imaju optičke metode (sa kvantnim generatorima) [2,5,13,14] i druge metode za objektivan opis karakteristika materijala (biomaterijala) [4,15,16,18,21,22].

• Spisak literature

1. Arrastia A. M., Machida T., Wilder Smith P. and Matsumoto K. (1994) Comparative Study of the Thermal Effects of Four Semiconductor Lasers on the Enamel and Pulp Chamber of Human Tooth. *Lasers in Surgery and Medicine*, 15, pp. 382-389.
2. Boyd R. W. (2008) *Nonlinear optics*. Amsterdam, Elsevier.
3. Duley W. W. (1983) *Laser processing and analysis of materials*. New York, Plenum Press.
4. Fujiwara H. (2007) *Spectroscopic ellipsometry: Principles and Applications*. John Wiley & Sons Inc .
5. Gebhart S.C., Majumder S.K. and Mahadevan-Jansen A. (2007) Comparison of spectral variation from spectroscopy to spectral imaging. *Applied Optics*, 46 (8), pp. 1343-1360.
6. Goldberg D. J. (2008) *Lasers and lights, Vol.1 and Vol. 2*. Elsevier
7. Horneffer V., Linz N. and Vogel A. (2007) Principles of laser-induced separation and transport of living cells. *J Biomed Opt*, 12, pp. 1-13.
8. Iverson D.A., Trese M.T., Orgel I.K. and Williams GA. (1991) Laser photocoagulation for threshold retinopathy of prematurity. *Arch Ophthalmol*, 109, pp.1342-1343.
9. Jacques S. L. and Prahl S. A. (1987) Modelling optical and thermal distribution in tissue during laser irradiation. *Lasers Surg. Med.*, 6, pp. 495-503.

10. Lemailliet P. and Ramella-Roman J. C. (2009) An eye phantom for measurement of retinal oxygenation. *J. of Biomedical Optics*, 14(6).
11. Longtin J. P. (2005) Non-linear phenomena in laser-material interactions. *Annual Reviews of Heat Transfer*, 14, pp. 419-438.
12. Niemz M. H. (2007) *Laser-tissue interactions: Fundamental and applications*. Berlin Heidelberg, Springer Verlag.
13. Oron D., Dudovich N., and Silberberg Y. (2004) *All-optical processing in coherent nonlinear spectroscopy*, *Phys. Rev. A* 70.
14. Patil C. A., Bosschaart N., Keller M. D., van Leeuwen T. G. and Mahadevan-Jansen A. (2008) Combined Raman spectroscopy and optical coherence tomography device for tissue characterization, *Optics Letters*, 33 (10), pp. 1135-1137.
15. Shangguan H., Prahl S. A., Jacques S. L., Caspersen L. W. and Gregory K. W. (1998) Pressure Effects on Soft Tissues Monitored by Changes in Tissue Optical Properties. *SPIE Proceedings of Laser-Tissue Interaction IX*, 3254, pp. 366-371.
16. Srećković M., Ristić S., Grozdanovski D. and Osmokrović P. (1992) The breakdown mechanisms and damage of material at lasing and nonlasing conditions. *Proc. 15th Int. Sym. Disch. and Elec. Insulation in Vacuum, Darmstadt*, pp. 31-35.
17. Tunér J. and Hode L. (2002) *Laser therapy, clinical practice and scientific background*. Grängesberg, Prima Books.
18. Van Gemert M. J. (1995) *Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue*, Plenum, London.
19. Von Allmen M. (1987) *Laser beam interactions with materials*. Berlin, Springer Verlag.
20. Yang Y., Markow M. S., Welch A. J. And Rzlander H. G. (1990) Automatic control of lesion size in a stimulated model of the eye. *IEEE J. Quantum Electron*, 26, pp. 2232-2239.
21. Olivier N., Aptel F., Plamann K., Schanne-Klein M.C. and Beaurepaire E. (2010) Harmonic isotropic and anisotropic microstructure of the human cornea. *Opt. Express*, 18 (5), pp. 5028-5040.
22. Jipa F., Zamfirescu M., Luculescu C. and Dabu R. (2010) High-aspect-ratio structures produced by two photon photopolimerization. *J. Optoelect. Adv. Materials*, 12, pp. 124-128.

e) Polazne hipoteze

U radu se polazi od pretpostavke da interakcija različitih tipova lasera sa materijalima uopšte, pogotovo materijalima biološkog porekla, nije dovoljno istražena oblast, vezano za nove tipove lasera. Ovakav stav se temelji na činjenici da ni sa neorganskim materijalom nema uvek tako dobrog slaganja sa modelima, a pogotovo za biomaterijale i biosisteme. U pojedinim dinamičkim režimima postoje različiti modeli, koji vode do sličnih slaganja, ali za sve netipične slučajeve i manje poznate materijale, pojavljuju se problemi u vezi sa konstantama i parametrima uzetih u obzir pri modelovanju i detaljima eksperimenta, uključujući i ocene srednjih vrednosti.. U vezi sa starijim tipovima lasera koji su u širokoj upotrebi i dalje ima dosta kontroverznih podataka. Pri svemu tome važno je pitanje optimizacije laserskih parametara u primeni. Izbor odgovarajućih modela i dalji razvoj drugih postojećih modela će biti sa svojim pretpostavkama uključeni u tezu.

f) Naučne metode istraživanja

U predloženoj tezi će biti analizirana interakcija različitih tipova lasera sa materijalom. Proučavaće se teorijski i eksperimentalno interakcija sa Nd³⁺: Yag laserom na osnovnoj talasnoj dužini (1064nm), i harmonicima, koji pripada tipu najzastupljenijih lasera u opštoj primeni. Ho³⁺: Yag (2100nm) i Tm³⁺: Yag (2010nm) laseri pripadaju kategoriji novijih lasera sa nizom prednosti u odnosu na postojeće tipove. Diodni laseri (980nm) sve više preuzimaju zadatke lasera

zasnovanih na čvrstom telu (kao pumpe ili osnovni snopovi). Laseri kraćih talasnih dužina omogućavaju dobru apsorpciju u određenom bioškom materijalu, ali zato i smanjenu dubinu prodiranja.

Za izabrane patološke slučajeve u oftalmologiji u kojima se primenjuju laseri (često je moguće sa bar tri tipa izvršiti intervencije) će se pokušati modelovanje i tražiti kvalitativni i kvantitativni pokazatelji karakterizacije tkiva pre i posle interakcije. Za iste tipove lasera će se za određeni broj protetskih materijala u oftalmologiji i stomatologiji (tipa stakla, plastike i keramika na kojima je početo istraživanje, što se vidi iz spiska radova kandidata, ali i novih savremenih tipova, koji mogu biti od interesa i za druge grane medicine) analizirati detaljnije interakcije sa specifičanim eksperimentalnim uslovima. Posebno će se posvetiti pažnja i načinima karakterizacije tkiva ili materijala ekvivalentnih tkivu sa uključivanjem postojećih konvencionalnih dijagnostika i pokušati nekonvencionalnim metodama.

U tezi će se analitički i numerički modelovati interakcija tkiva sa laserskim snopom (termalni model). Korektan izbor vrednosti parametara u izabranom režimu rada smanjuje rizike i doprinosi optimizaciji procedure. Selekcija parametara širine impulsa i drugih radnih parametara zavisi od tehničke konstrukcije sistema i njegove modifikacije. Posle razmatranja tehničkih rešenja, razmatraće se odnosi širine impulsa i fluence da bi se došlo do optimalnog rezultata.

Primena različitih talasnih dužina u više oblasti medicine uključuje kontinualne i impulsne režime rada, koji su u opštoj terminologiji poznati kao: dugoimpulsni (ms), kratkoimpulsni (μ s), ultra kratkoimpulsni (ns). Treba odrediti dovoljnu veličinu laserskog spota, koja osigurava male gubitke energije pri povećanju dubine prodiranja i neznatno optičko rasejanje. Od posebnog značaja su energija i oblik impulsa, frekvencija repeticije i mogućnost promene režima rada uz zadržavanje stabilnosti sistema zadate srednje snage. Posebno će se analizirati preklapanje laserskih spotova i različiti tipovi efekata: fototermički, fotoakustični, fotomehanički, fotohemijski i drugi efekti. Fotoakustični efekat se pojavljuje kod Q-prekidačkih lasera, ali i kombinovani efekat kod impulsnog Ho^{3+} :Yag, koji isporučuje impulse širine reda veličine nekoliko stotina mikrosekundi i gde u zavisnosti od prisustva vode, impulsi formiraju plazmu, udarne talase vršne snage od nekoliko stotina W. Posebnu ulogu imaju tehnička rešenja sa optičkim vlaknima za transmisiju energije u dijagnostici i hirurgiji naročito kod novijih tipova lasera.

Interakcija lasera sa biomaterijalima (u stomatologiji) je praćena mnogim fizičkim procesima (topljenje, paljenje, oksidacija i drugi), koji su vezani i za neorganske materijale. Analiziraće se uticaj anizotropije materijala i polarizacije snopova na krajnji rezultat aplikacije. Pored razmatranja interakcije sa tkivom, razmatraće se i interakcija sa materijalima ispune, kalcifikacijama i protetskim materijalima. Treba povezati procese ablacije u višeimpulsnom režimu sa energijom monoimpulsa i frekvencijom repeticije. Pored apsorpcionih osobina razmotriće se i druge osobine ciljanih protetskih i biomaterijala, termoplastičnost, tvrdoća, boja, elastičnost, zapaljivost i drugi. Primena određenog tipa lasera zahteva prilagođavanje tehničkih parametara samoj proceduri uz pouzdano praćenje reakcije laserskog snopa na protetski i biomaterijal. Otpornost materijala na koherentno zračenje predstavlja veoma važan parametar.

Poznati su različiti modeli interakcije laserskog snopa sa optičkim komponentama na bazi polimera i stakala. Jedan deo teze će se baviti proučavanjem sočiva (meko, polutvrdo i tvrdo) i binokularnih stakala i pragova oštećenja. Jedan broj komponenata na bazi stakala će biti proučavan dugovremenim i kratkovremenim laserskim impulsima (femtosekundnim). Ovaj deo pripada široj oblasti interakcije laserskog snopa sa transparentnim materijalom i karakterizaciji materijala pre i posle izlaganja snopu.

g) Očekivani naučni doprinosi

U planiranom broju eksperimenata za pojedine primene u biomedicini očekuje se da će se izdvojiti parametri, koji su potrebni i dovoljni za optimizaciju procesa interakcije i aplikacije. Jedinstveno sagledavanje upotrebe različitih laserskih uređaja sa definisanim režimima rada u odabranim oblastima medicine, predstavljaće još jedan od doprinosa. Za specifične slučajeve kao doprinos treba očekivati modelovanje interakcije lasera, humanog tkiva i različitih tipova materijala. Proučavanje performansi materijala u toku interakcije sa laserskim snopom treba da dovede i do unapređenja kvalitativnih osobina primenjenih materijala.

Konkretno, očekuju se sledeći doprinosi:

- određivanje širine impulsa i frekvencije repeticije koja za nove tipove lasera, $\text{Ho}^{3+}:\text{Yag}$ i $\text{Tm}^{3+}:\text{Yag}$ i druge, ne dovodi do neželjenih efekata sa strane inženjerskih modifikacija uređaja,
- optimizacija širine impulsa i fluence u zavisnosti od veličine površine interakcije i vremena odvijanja procesa sa modifikacijom tehničkih parametara sistema,
- kvalitativna i kvantitativna definicija test zone pri optimizaciji laserskih radnih parametara,
- egzaktna objektivizacija srednje snage i analiza alternativnih rešenja zasnovana na tehničkim parametrima sistema.

h) Plan istraživanja i struktura rada

Disertacija će sadržati eksperimentalni i teorijski rad kandidata, raspoređen kroz nekoliko delova, koji će obuhvatiti različite prilaze interakciji koherentnog zračenja sa materijalom, što dovodi do trajnih ili trenutnih (modulacionih) promena biomaterijala. Iako postoji granična podela na hirurške, biostimulativne i dijagnostičke metode u kojima postoji primena lasera, dijapazon izbora parametara lasera dovodi do preklapanja oblasti. Planom istraživanja predviđeno je da se uporede eksperimentalni i teorijski rezultati u situacijama gde je to moguće izvesti.

Jedan deo rada će se posvetiti teorijskom razmatranju interakcije uopšte, što uključuje opis optičkih osobina ciljanih materijala. Analiziraće se pogodan prilaz karakterizaciji biotkiva ili materijala ekvivalentnog tkivu i porediti fundamentalni prilazi sa pojedinim fenomenološkim prilazima. Izbor parametara, koji figurišu u modelu će mnogo zavisiti od postojećih eksperimentalnih konstanti vezanih za pojedinu karakterizaciju. Analiziraće se izabrani modeli koji su zasnovani na termalnom modelu (biotplotna jednačina), kao i prilazi sa strane električnog modelovanja fizičkih procesa. Pri modelovanju interakcije laserskog zračenja sa očnim aparatom pojavljuju se i plazma efekti. U slučaju Q-prekidačkog režima rada razvijeno je posebno modelovanje, a to važi i za savremene pristupe sa fs impulsima. U ovom delu rada će se konkretno proveriti ispravnost modela za izabrane parametre lasera i biomaterijala (biotkiva). Posle propisane procedure tretmana laserom karakteriše se monitoring provođenja bioloških signala vezano za prouzrokovane promene stanja. Obrada ovakvih signala je od posebnog značaja.

Posebno će se analizirati tipovi lasera koji su trenutno najznačajniji za primene u različitim granama biomedicine (oftalmologija, stomatologija i dr.). Optimizacija parametara kod novijih tipova lasera će biti proučena, pri čemu će se obezbediti ekvivalentnost sa postojećim tipovima. Razmotriće se klase i tipovi lasera, koji su od potencijalnog interesa zbog eksperimentalne faze razvoja. Uloga električnog napajanja kvantnih generatora i prateće opreme, kao i formiranje

radnih režima rada medicinskih sistema će se takođe analizirati. Izneće se problemi i predložiti optimizacija tehničkih rešenja, kriterijumi pri odabiru komponenti, procedure i dr.

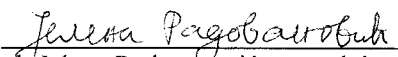
Pragovi oštećenja za različite tipove lasera i protetski materijali u stomatologiji i oftalmologiji (keramički materijali, stakla, polimeri) zaslužuju posebnu pažnju. Staviće se akcenat na dozimetrijski aspekt interakcije i na parametre režima rada sistema uz konstrukcione karakteristike optičkog dela uređaja. Karakterizacija rezultata eksperimentalnih izlaganja materijala će se vršiti putem optičke i elektronske mikroskopije, po mogućstvu elipsometrije, IC spektroskopije, kontrole mikrotvdoće i dr.

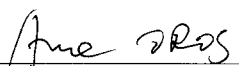
i) Zaključak i predlog

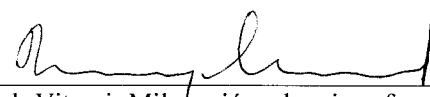
Na osnovu priložene dokumentacije i neposrednog uvida u dosadašnji rad kandidata, Komisija je zaključila da mr Zoran Latinović, diplomirani inženjer elektrotehnike, ispunjava sve formalne i suštinske uslove za pristupanje izradi doktorske disertacije. Predložena tema dokorskog rada sadrži sve neophodne naučne elemente, stoga Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da kandidatu mr Zoranu Latinoviću odobri izradu doktorske disertacije pod naslovom „**Optimizacija laserskih parametara za primene u interakciji sa materijalima biološkog porekla**“.

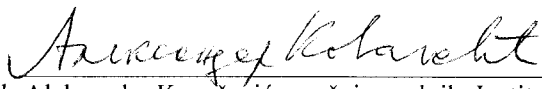
Datum: 3. 2. 2011.

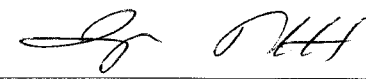
Članovi Komisije:


dr Jelena Radovanović, vanredni profesor


dr Ana Oros, vanredni profesor, Medicinski fakultet, Novi Sad


dr Vitomir Milanović, redovni profesor


dr Aleksander Kovačević, naučni saradnik, Institut za fiziku


dr Dejan Raković, redovni profesor