

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

764/5
(Број захтева)Већу научних области техничких наука(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)12.04.2018.
(Датум)

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

КАРАКТЕРИЗАЦИЈА МАТЕРИЈАЛА СПМ ТЕХНИКОМ И ЊЕНО УНАПРЕЂЕЊЕ
ПРИМЕНОМ АНАЛИЗЕ УТИЦАЈА ДЕФЕКТА СОНДИ

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Биомедицинско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: ЉУБИША (СИМЕОН) ПЕТРОВ2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд3. Година дипломирања: 2011.

4. Назив магистарске тезе кандидата: _____

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: _____

6. Година одбране магистарске тезе: _____

7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: _____

Година уписа докторских студија: 2011.Обавештавамо Вас да је _____
Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 12.04.2018.
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 764/5
Датум: 12.04.2018. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Љубише Петрова**, маст. инж. маш., бр. 424/1 од 14.02.2018. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Лидија Матија, ред. проф., др Александра Васић-Миловановић, ред. проф., др Александар Седмак, ред. проф., др Горан Лазовић, ванр. проф. и др Драгомир Стаменковић, доц., Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију у Београду, број 764/4 од 03.04.2018. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 12.04.2018. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **ЉУБИША ПЕТРОВ**, маст. инж. маш. испуњава услове за израду докторске дисертације **«КАРАКТЕРИЗАЦИЈА МАТЕРИЈАЛА СПМ ТЕХНИКОМ И ЊЕНО УНАПРЕЂЕЊЕ ПРИМЕНОМ АНАЛИЗЕ УТИЦАЈА ДЕФЕКТА СОНДИ»**.

За ментора студенту **Љубиши Петрову**, именује се др **Лидија Матија, ред. проф.**

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Машински факултет

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата Љубише Петрова, мастер инжењера машинства, студента докторских студија Модула за Биомедицинско инжењерство на Машинском факултету Универзитета у Београду за израду докторске дисертације под називом **„Карактеризација материјала СПМ техником и њено унапређење применом анализе утицаја дефеката сонди“**

Одлуком Наставно научног већа бр. 764/3 од 29.03.2018.године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Љубише Петрова, мастер инжењера машинства, студента докторских студија Модула за Биомедицинско инжењерство на Машинском факултету Универзитета у Београду, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Карактеризација материјала СПМ техником и њено унапређење применом анализе утицаја дефеката сонди“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Љубиша Петров је рођен у Врању 22. 04. 1968. године. Дипломирао је на Машинском факултету Универзитета у Београду на Катедри за аутоматско управљање – модул за Биомедицинско инжењерство. Мастер рад је радио на тему: “Контемплативан и практичан приступ примени наноскенинг проб микроскопије у биомедицинском инжењерству”.

Аутор и коаутор је више научних радова из области нанотехнологија, биомедицинског инжењерства и организације рада, презентованих на домаћим и међународним конференцијама и публикованих у научним часописима. Осим научно-истраживачке делатности радио је и у привреди као руководиоца производње и руководиоца пројекта усмереног на истраживање, развој, сертификацију и производњу савремених уређаја за дијагностику биофизичких стања коже. Докторске академске студије усписао је школске 2011./2012. године. Сада је запослен у Иновационом центру Машинског факултета Универзитета у Београду. Истраживач сарадник је на научном пројекту ИИИ 41006 Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

Радно искуство

- 1997.-2004. Сарадник – Центар за молекуларне машине, Машински факултет Универзитета у Београду.
- 2004.-2005. Руководилац производње – Предузеће за производњу и сервис медицинских апарата и уређаја “Medical System”, Земун.
- 2005.-2008. Сарадник - Центар за молекуларне машине, Машински факултет Универзитета у Београду.
- 2008.-2012. Менаџер пројекта - Телескин д.о.о., Београд
- 2011.- Истраживач – Иновациони центар машинског факултета Универзитета у Београду

Као сарадник у настави ангажован је на следећим предметима на основним академским и мастер студијама на Машинском факултету:

- Основе биомедицинског инжењерства
- Основе клиничког инжењерства
- Увод у нанотехнологије
- Нанотехнологије
- Клиничко инжењерство
- Наномедицинско инжењерство
- Информационе технологије у медицини

Учествује у раду у NanoLab-a, лабораторије Модула за биомедицинско инжењерство, где је обучен за рад на Scanning Probe Microscopy – SPM, UV/Vis, NIR и FTIR спектрометрима, као и уређају за депозицију материјала хемијским напаривањем (Chemical vapour deposition, CVD).

Учешће на пројектима финансираним од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој:

Пројекат ИИИ 41006 – „Развој нових метода и техника за рану дијагностику канцера грлића материце, дебелог црева, усне дупље и меланома на бази дигиталне слике и ексцитационо емисионих спектра у видљивом и инфрацрвеном домену“, Иновациони пројекат Министарства за просвету, науку и технолошки развој.

Познавање језика:

- енглески – напредно
- руски – напредно

Ожењен је, отац двоје деце.

1.2.Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је од уписа на докторске студије у школској 2011/12. години, редовно уписивао другу годину (школска 2012/13. година) и трећу годину (школска 2013/14. година).

Преглед положених испита

ЕСПВ	Прва година (школска 2011/12.)		Друга година (школска 2012/13.)	
	I сем.	II сем.	III сем.	IV сем.
5	Виши курс математике Проф. др С. Радојевић оцена: 10 (десет)	Одабрана поглавља из механике Проф. др Ј. Вуковић Оцена: 10 (десет)	Савремене медицинске терапијске методе и уређаји Проф. др Л. Матија оцена: 10 (десет)	Истраживање и публикавање 4 Проф. др Ђ. Коруга оцена: 10 (десет)
5	Нумеричке методе Проф. др М. Спалевић оцена: 9 (девет)	Биомедицинска хронодинамика Проф. др Ђ. Коруга Оцена: 10 (десет)	Нанотехнологије у медицини и стоматологији Проф. др Л. Матија оцена: 10 (десет)	Пројекат идеје докторске дисертације оцена: 10 (десет)
5	ОМНИР и комуникација Проф. др М. Недељковић оцена: 10 (десет)	Савремене биомедицинске дијагностичке методе и апарати Проф. др Ђ. Коруга оцена: 10 (десет)	Истраживање и публикавање 3 Проф. др Л. Матија оцена: 10 (десет)	
5	Аквафотомика Проф. др Ђ. Коруга оцена: 10 (десет)	Истраживање и публикавање 2 Проф. др Л. Матија оцена: 10 (десет)		
10	Истраживање и публикавање 1 Проф. др Ђ. Коруга оцена: 10 (десет)			
Укупно ЕСПВ	5+5+5+5+10=30	5+5+5+15=30	5+5+20=30	8+22=30
Просечна оцена	9,93			
Напомена:				
- кандидат је положио 4 обавезна, 5 изборних предмета, 4 предмета везана за истраживања и публикавања и одбранио је Пројекат идеје докторске дисертације.				

Одбрана Пројекта идеје дисертације

Кандидат је одбранио Пројекат идеје докторске дисертације са оценом 10 (десет) из области ***Карактеризација материјала СПМ техником*** пред Комисијом у саставу: др Лидија Матија, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, др Бојан Бабић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду и др Војкан Лучанин, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду.

Сагласно програму за докторске студије кандидат је са положеним испитима, ангажовањем у наставном процесу, истраживањима и публикованим радовима и одбрањеним Пројектом идеје докторске дисертације, остварио потребан број бодова и уписао трећу годину докторских студија, чиме је испунио услов за пријаву докторске дисертације.

Пројекти финансирани од Министарства за просвете, науку и технолошки развој Републике Србије

1. Пројекат ИИИ 41006 под називом „Развој нових метода и техника за рану дијагностику канцера грлића материце, дебелог црева, усне дупље и меланома на бази дигиталне слике и ексцитационо емисионих спектра у видљивом и инфрацрвеном домену“

Учешће у настави

Кандидат је као сарадник, од уписа докторских студија 2011. године до подношења захтева за одобрење дисертације, активно учествовао у држању наставе на предметима основних академских и мастер студија: Основе биомедицинског инжењерства, Основе клиничког инжењерства, Увод у нанотехнологије, Нанотехнологије, Клиничко инжењерство, Наномедицинско инжењерство, Информационе технологије у медицини.

Објављени радови

Радови у међународним часописима (M23)

1. Kojic D., Matija L., Petrov Lj., Mitrovic R., Koruga Dj., Surface characterisation of Pb1-XMnXTe alloy by atomic force microscopy and magnetic force mode, Surface Engineering, Maney Publishing, Ste 1C, Josephs Well, Hanover Walk, Leeds LS3 1AB, W Yorks, England, 27, 3, pp. 158 - 163, 0267-0844, 10.1179/174329409X409369, 2011. IF=0.937

2. Bojovic B., Petrov Lj., Matija L., Koruga Dj., Actual Diamond Engraving of a Fullerene Coated Glass Plate, Fullerenes Nanotubes and Carbon Nanostructures, Taylor & Francis INC, 530 Walnut Street, STE 850, Philadelphia, PA 19106 USA, 23, 11, pp. 947 - 955, 1536-383X, 10.1080/1536383X.2015.1037954, 2015. IF=0.812

3. Nikolic A., Petrov Lj., Koruga Dj., Mihajlovic S., Nanoscale Magnetic Behavior of C60 Thin Films in Earth Magnetic Field under Polarization Light Influences, Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures, Fullerenes, Volume 13, Issue 1, pp. 53-59, 2005., DOI:10.1081/FST-200041948. IF=2.03

Радови саопштени на међународним скуповима штампани у целини (M33)

1. Mileusnic I., Djuricic I., Hut I., Stamenkovic D., Petrov Lj., Bojovic B., Koruga Dj., Characterization Of Nanomaterial-Based Contact Lenses By Atomic Force Microscopy, Contemporary Materials, Academy of Sciences and Arts of Republic of Srpska, 3, 2, pp. 177 - 183, ISSN: 1986-8677, 66.017/.018:530.145, 2013.

2. Zunjic A., Muncan J., Matija L., Petrov Lj., Mileusnic I., General Ergonomic Considerations of Design of a Telerobotic System, 6th International Symposium of industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, pp. 98 - 101, 978-86-7083-864-2, Srbija, 24. - 25. Sep, 2015"

3. Matija L., Mileusnic I., Muncan J., Petrov Lj., Zunjic A., Occupational hazards in dentistry - application of the Near infrared spectroscopy in diagnostics of fatigue and musculoskeletal disorders, 6th International Symposium on Industrial Engineering – SIE, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, pp. 82 - 85, 978-86-7083-864-2, /, /, Srbija, 24. - 25. Sep, 2015

4. Hut I., Petrov Lj., Šarac D., Golubovic Z., Matija L., Modeli održavanja medicinske opreme bazirani na metodama procene rizika i prioritizaciji, XXXVIII naučno stručni skup Održavanje mašina i opreme 2013, Upravljanje održavanjem infrastrukture i imovine preduzeća, Mašinski fakultet u Beogradu, nema, nema, pp. 141 - 156, nema, Crna Gora, 24. - 27. Jun, 2013

5. Zunjic A., Matija L., Munca J., Mileusnic I., Petrov Lj., Occupational Hazards in Dentistry – Application of the Near Infrared Spetroscopy in Diagnostic of Fatigue and Musculoskeletal Disorders, 6th International Symposium of Industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, pp. 82 - 85, 978-86-7083-864-2, Srbija, 24. Sep - 25. Nov, 2015

6. Matija L., Mileusnic I., Muncan J., Petrov Lj., Ergonomic design properties of dentistry equipment, 6th International Symposium on Industrial Engineering – SIE, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, /, /, pp. 90 - 93, 978-86-7083-864-2, /, /, Srbija, 24. - 26. Sep, 2015

7. Kojic D., Matija L., Petrov Lj., Koruga Dj., Characterization of the surfaces before and after the final treatment using Atomic Force Microscopy – AFM and Magnetic Force Microscopy - MFM), 32. Conference on Production Engineering of Serbia with international participation, Faculty of

Technical Science, University of the Novi Sad, Department for Production Engineering, Novi Sad, Proceedings, pp. 249-254. ISBN 978-86-7892-131-5, 2008.

8. Kojic D., Matija L., Petrov Lj., Koruga Dj., Mechanical properties of human skin studied by atomic force microscope, Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, 25th Meeting, September 24. – 27., 2008., České Budějovice, Czech Republic, Proceedings, pp. 121-122, 2008. (ISBN 978-80-01-04162-8)

9. Matija L., Kojic D., Petrov Lj., Koruga Dj., Mechanical Properties of Surfaces Studied by Atomic Force Microscope, Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, 25th Meeting, September 24. – 27., 2008., pp. 169-170, 2008.

10. Koruga, D., Simic-Krstic, J., Matija, L., Petrov, Lj., Ratkaj, Z., Molecular Nanotechnology: Golden Mean as a Driving Force of Self-Assembly, Electrical and Computer Engineering series, Advances in Simulation, Systems Theory and System Engineering, pp.139-145, WSEAS, 2002.

11. Bojovic B., Kosic B., Petrov Lj., Matija L., Contact lens surface assessment via areal parameters, The 1st International Global Virtual Conference, pp. 534-537. ISBN 978-80-554-0649-7, 2013.

Саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (M34)

1. Djuricic I., Koruga Dj., Mileusnic I., Petrov Lj., Bekric D., Identification of the Wind Turbine Blade Structural Damages by Magnetic Force Microscopy, Yucomat 2012 – fourteenth annual conference, YUCOMAT, pp. 84 - 84, -, Crna Gora, 2012.

2. Djuricic I., Mileusnic I., Tomic M., Stamenkovic D., Petrov Lj., Koruga Dj., Characterization of fullerenes based thin film glasses and contact lenses by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Microscopy, YUCOMAT 2011, Yugoslav Materials Research Society, pp. 169 - 169, /, Crna Gora, 5. - 9. Sep, 2011.

3. Djuricic I., Mileusnic I., Stamenkovic D., Petrov Lj., Matija l., Koruga Dj., Characterization of Nanophotonic Materials for RGP Contact Lenses by Scanning Probe Microscopy, Book of abstracts: V International Scientific Conference „Contemporary Materials 2012“, Akademija nauka i umetnosti Republika Srpske, pp. 98 - 98, /, Republika Srpska, 5. - 7. Jul, 2012.

4. Grga Dj., Koruga Dj., Marjanovic M., Petrov Lj., Sarac D., Hut I., Characterization of microbial morphotypes in dental calculus deposits by nano probe microscopy and opto-magnetic spectroscopy, Fourteenth annual conference of the Materials Research Society of Serbia - YUCOMAT, pp. 106 - 106, Crna Gora, 3. - 7. Sep, 2012

5. Zoric V., Setrajcici J., Matija L., Petrov Lj., Resonance in Determining the Age of Paints, International Conference EuroMed/Cipa, Euromed, Limasol, pp. 1 - 83, 978-56-8112-511-2, Кипар, 2012.

6. Milusnic I., Djuricic I., Stamnekovic D., Petrov Lj., Bojovic B., Hut I., Koruga Dj., Contact Lenses Nanomaterial Characterisation by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Microscopy, IV International Scientific Conference Contemporary Materials 2011, Banja Luka, The Book of Abstracts, 2011.
7. Debeljkovic A., Djuricic I., Koruga Dj., Muncan J., Matija L., Mileusnic I., Petrov Lj., Fullerene thin films characterization by spin magnetometer, Contemporary materials 2013, Banja Luka, Academy of Sciences and Arts of Republic of Srpska, pp. 56 - 56, /, Republika Srpska, 4. - 6. Jul, 2013.
8. Koruga Dj., Hut I., Sarac D., Grga Dj., Marjanovic M., Petrov Lj., Characterisation of microbial morphotypes in dental calculus deposits by nanoprobe microscopy and opto-magnetic microscopy, Fourteenth annual conference of the Materials Research Society of Serbia - YUCOMAT, Yugoslav Materials Research Society, pp. 106 - 106, /, Crna Gora, 3. - 7. Sep, 2012.
9. Bekric D., Mileusnic I., Djuricic I., Petrov Lj., Koruga Dj., Identification of the wind turbine blade structural damages by magnetic force microscopy, Book of abstracts: YUCOOMAT 2012 – fourteenth annual conference, pp. 84, Herceg Novi, Montenegro, 3.-7. September 2012.
10. Hut I., Marjanovic M., Miletic V., Petrov Lj., Djuricic I., Effects of brushing on surface roughness of microhybrid and nanohybrid composite resins, Book of abstracts: V International Scientific Conference „Contemporary Materials 2012“, pp. 102, Banja Luka, Republika Srpska, 5.-7. July 2012.
11. Kojic D., Matija L., Petrov Lj., Koruga Dj., Surface characterization by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Microscopy, YU-COMAT, Herceg Novi, Crna Gora, September 7 – 13, 2008, Book of Abstracts, pp. 77. ISBN 978-86-80321-15-8
12. Kojic D., Petrov Lj., Mitrovic R., Matija L., Steel surface characterisation with different compoition and varyng tool geometry by scanning probe microscopy, YUCOMAT 2009, H. Novi, Montenegro, August 31- September 4, Book of Abstracts, pp 164, 2009. ISBN 978-86-80321-18-9
13. Kojic D., Petrov Lj., Stamenkovic D., Matija L., Koruga Dj., Magnetic properties of contact lenses: Characterisation by magnetic force microscopy, Book of abstracts, p. 59, ICOM 2009, Herceg Novi, Montenegro, August 27-30, 2009., ISBN 978-86-7306-102-3
14. Mihajlovic J.S., Koruga Dj., Nikolic A., Radojevic B., Petrov Lj., Magnetic Induction of Fullerene C60 and Biomagnetic Efect, 10th Academy of Studenica, Studenica, 2004., ISSN 1450-708

Поглавље у књизи (M42) или рад у тематском зборнику националног значаја (M45)

1. Koruga Dj., Muncan J., Hut, I., Sarac, D., Petrov, Lj., Pregled postojećih metoda i tehnika u biomedicinskoj fotonici, str.221-233, u knjizi Rana dijagnostika kancera epitelnog tkiva, Papić – Obradović M. (ured.), Don Vas, Beograd, 2012, (ISBN 978-86-87471-24-5)
2. Koruga Dj., Muncan J., Petrov Lj., Sarac D., Hut I., Princip rada aparata i uređaja za optomagnetnu spektroskopiju, Rana dijagnostika kancera epitelnog tkiva, Don Vas, pp. 294 - 308, 978-86-87471-24-5, 2012.

1.3.Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Стручним и истраживачким активностима у периоду од 2011. до 2016. године кандидат је показао висок степен заинтересованости, одговорности и стручности за инжењерски и научни рад, као и спремност за решавање нових истраживачких задатака.

Постигнути резултати огледају се у следећем:

- публиковани радови и седмогодишње ангажовање у наставном процесу указују на изразит смисао кандидата да се бави научно-истраживачким радом и високо школским образовањем,
- радови урађени пре и за време докторских студија, као и учешће на пројектима Министарства за просвету и науку и обављене истраживачке активности указују на изразит смисао кандидата да се бави сложеним експерименталним истраживањима, и да савлађује и прати савремене научне трендове, као и да стечено знање примени и несебично пренесе другима,
- кандидат је учествовао у истраживањима за потребе пројекта ИИИ 41006 што указује да је оспособљен да се бави научно-истраживачким радом, да је способан да ради тимски, што га квалификује да може започети израду докторске дисертације.

На основу биографских података, положених испита на докторским студијама, научних и стручних активности, објављених радова и до сада урађених експерименталних истраживања, Комисија сматра да постигнути резултати квалификују кандидата за успешан и ефикасан научно-истраживачки рад на предложеној теми, при чему се очекује да резултати истраживања буду практично имплементирани.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1. Проблем и предмет истраживања

Предмет докторске дисертације је снимање и анализа карактеристика различитих материјала помоћу СПМ (Scanning Probe Microscopy) техника, као што су скенирање тунеловањем електрона (СТМ), микроскопија атомским силама (АФМ) и микроскопија магнетним силама (МФМ). При истраживањима различитих карактеристика чврстих и вискоеластичних материјала (механичких, електричних и магнетних) урадиће се и корекција добијених снимака у процесу постпроцесуирања, а у циљу побољшања њиховог квалитета и тачније карактеризације материјала. Кандидат ће извршити карактеризацију материјала помоћу СПМ техника, анализираће њихове карактеристике у реалним условима, а потом помоћу одговарајућих алгоритама истражиће облике примењених комерцијалних сонди за скенирајућу микроскопију и те податке упоредити са резултатима добијених помоћу алгоритама за симулацију процеса скенирања сондама са теоријски идеалним облицима. На овај начин извршиће се побољшање добијених снимака и унапредити метод карактеризације материјала.

Резултати предложене дисертације биће, између осталог, наставак већ публикованих резултата:

1. Villarrubia, J. S. (1997). Algorithms for scanned probe microscope image simulation, surface reconstruction, and tip estimation. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 102(4), 425. <https://doi.org/10.6028/jres.102.030>
2. Tian, F., Qian, X., & Villarrubia, J. S. (2008). Blind estimation of general tip shape in AFM imaging. *Ultramicroscopy*, 109(1), 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2008.08.002>
3. Kojic D., Matija L., Petrov Lj., Mitrovic R., Koruga Dj., Surface characterisation of Pb1-XMnXTe alloy by atomic force microscopy and magnetic force mode, *Surface Engineering*, Maney Publishing, Ste 1C, Josephs Well, Hanover Walk, Leeds LS3 1AB, W Yorks, England, 27, 3, pp. 158 - 163, 0267-0844, 10.1179/174329409X409369, 2011.
4. Dongmo, S., Villarrubia, J. S., Jones, S. N., Renegar, T. B., Postek, M. T., & Song, J. F. (1998). Tip characterization for scanning probe microscope width metrology. *AIP Conference Proceedings*, 449, 843. <https://doi.org/10.1063/1.56876>
5. Nikolic A., Petrov Lj., Koruga Dj., Mihajlovic S., Nanoscale Magnetic Behavior of C60 Thin Films in Earth Magnetic Field under Polarization Light Influences, *Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures*, Fullerenes, Volume 13, Issue 1, pp. 53-59, 2005., DOI:10.1081/FST-200041948

6. Jozwiak, G., Henrykowski, A., Masalska, A., Gotszalk, T., Ritz, I., & Steigmann, H. (2011). The regularized blind tip reconstruction algorithm as a scanning probe microscopy tip metrology method. arXiv:1105.1472. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1105.1472>
<http://www.arxiv.org/pdf/1105.1472.pdf>
7. Jóźwiak, G., Henrykowski, A., Masalska, A., & Gotszalk, T. (2012). Regularization mechanism in blind tip reconstruction procedure. *Ultramicroscopy*, 118, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2012.04.013>
8. Xu, M., Fujita, D., & Onishi, K. (2009). Reconstruction of atomic force microscopy image by using nanofabricated tip characterizer toward the actual sample surface topography. *Review of Scientific Instruments*, 80(4). <https://doi.org/10.1063/1.3115182>
9. Hölscher, H. (2006). Quantitative measurement of tip-sample interactions in amplitude modulation atomic force microscopy. *Applied Physics Letters*, 89(12). <https://doi.org/10.1063/1.2355437>
10. Westra, K. L., Mitchell, A. W., & Thomson, D. J. (1993). Tip artifacts in atomic force microscope imaging of thin film surfaces. *Journal of Applied Physics*, 74(5), 3608–3610. <https://doi.org/10.1063/1.354498>
11. Ahn, C. H., Anczykowski, B., Atashbar, M., Bacsá, W., Bainbridge, W., Baldi, A., ... Bhushan, B. (2004). *Springer Handbook of Nanotechnology*. Bharat Bhushan Editor.
12. Bhushan, B. (2010). *Springer Handbook of Nanotechnology*, 3rd ed. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-02525-9>
13. Binnig, G., Quate, C., & Gerber, C. (1986). Atomic Force Microscope. *Physical Review Letters*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.56.930>
14. Binnig, G., & Rohrer, H. (1983). Scanning tunneling microscopy. *Surface Science*, 126(1–3), 236–244. [https://doi.org/10.1016/0039-6028\(83\)90716-1](https://doi.org/10.1016/0039-6028(83)90716-1)
15. Flater, E. E., Zacharakis-Jutz, G. E., Dumba, B. G., White, I. A., & Clifford, C. A. (2014). Towards easy and reliable AFM tip shape determination using blind tip reconstruction. *Ultramicroscopy*, 146, 130–143. <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2013.06.022>
16. Bojovic B., Petrov Lj., Matija L., Koruga Dj., Actual Diamond Engraving of a Fullerene Coated Glass Plate, *Fullerenes Nanotubes and Carbon Nanostructures*, Taylor & Francis INC, 530 Walnut Street, STE 850, Philadelphia, PA 19106 USA, 23, 11, pp. 947 - 955, 1536-383X, 10.1080/1536383X.2015.1037954, 2015.
17. Koruga Dj., Nikolic A., Mihajlovic S., Matija L.: Nanomagnetic Behavior of Fullerene Thin Films in Earth Magnetic Field in Dark and Under Polarization Light Influences, *J. Nanoscience and Nanotechnology.*, Vol. 5, No. 10, 2005, p. 1660-16645. (ISSN 1533-4880)

18. Kojić D., Mitrović R., Matija L., Koruga Đ.: Magnetic Force Microscopy application in steel structure and milling process parameters evaluation, *Materials and Manufacturing Processes*, 532-2475, Vol. 24, Issue 10, 2009, p. 1168 – 1172. (ISSN: 1042-6914)
19. Stamenković D., Kojić D., Matija L., Miljković Z., Babić B.: Physical Properties of Contact Lenses Characterized by Scanning Probe Microscopy and OptoMagnetic Fingerprint, *International Journal of Modern Physics B*, Vol. 24(6-7), 2010., pp.825-834. (ISSN 0217-9792)
20. Koruga Dj., Matija L., Kojić D.: Nanoprobe Magnetic Force Microscopy: Principles and Applications, *Scientific Conference XIV, Contemporary Materials*, Vol.8 XIV, Republika Srpska, Banja Luka, 2008., pp. 59-69. (ISBN 978-99938-21-12-0)
21. Kojić D., Matija L., Petrov Lj., Koruga Dj.: Mechanical properties of human skin studied by atomic force microscope, *Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics*, 25th Meeting, September 24. – 27., 2008., České Budějovice, Czech Republic, *Proceedings*, 2008., pp. 121-122. (ISBN 978-80-01-04162-8)
22. Kojic D., Matija L., Petrov Lj., Koruga Dj., Characterization of the surfaces before and after the final treatment using Atomic Force Microscopy – AFM and Magnetic Force Microscopy - MFM), 32. Conference on Production Engineering of Serbia with international participation, Faculty of Technical Science, University of the Novi Sad, Department for Production Engineering, Novi Sad, *Proceedings*, pp. 249-254. ISBN 978-86-7892-131-5, 2008.
23. Djuricic I., Koruga Dj., Mileusnic I., Petrov Lj., Bekric D., Identification of the Wind Turbine Blade Structural Damages by Magnetic Force Microscopy, *Yucomat 2012 – fourteenth annual conference, YUCOMAT*, pp. 84 - 84, -, Crna Gora, 2012.
24. Bhushan, B., Fuchs, H., Kawata, S., & Tomitori, M. (2008). Applied scanning probe methods XI: scanning probe microscopy techniques. *Nanoscience and technology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85037-3>

2.2. Циљеви и опсег истраживања

У оквиру дисертације, која се односи на истраживање могућности унапређења метода за елиминацију дефеката сонди код скенирајуће микроскопије и карактеризацију материјала, потребно је извршити експериментална и теоријска истраживања која ће водити до остваривања очекиваних научних доприноса:

1. Добијање квалитетнијих снимака који доприносе бољој карактеризацији материјала
2. Идентификација дефеката и одређивање њиховог порекла на снимцима испитиваних материјала који утичу на смањење латералне резолуције

3. Елиминација ефеката изобличења на снимцима узорака, који настају услед неадекватне израде стандардних сонди за скенирање
4. Квантитативну и квалитативну компаративну анализу разлика у карактеризацији материјала помоћу снимака добијених комерцијалним сондама и пречишћених снимака добијених симулацијом скенирања материјала уз помоћ модела идеалних сонди

3. Полазне хипотезе

Снимци који се добијају техникама скенирајуће микроскопије потичу од интеракције између испитиваног материјала и сонде. Уочено је да приликом снимања долази до појаве нежељених ефеката као што су артефакти, чије порекло није увек једноставно одредити. Приликом испитивања материјала уз помоћ микроскопије атомским силама (АФМ техника), појава артефаката може значајно да утиче на закључке везане за њихову карактеризацију. Обзиром на различите научне и технолошке аспекте истраживања особина материјала, важно је прецизно мерење субмикронских величина. Различите потребе за прецизношћу карактеризације материјала у широком спектру научних дисциплина, од биологије и хемије, преко науке о материјалима па до електронике и медицинских наука, усмеравају на технику скенирајуће микроскопије као најперспективнију, јер она рутински постиже нанометарску и атомску резолуцију на површинама испитиваних материјала. Неадекватна израда и деформације стандардних сонди у виšekратној употреби су најчешћи извори грешака у техници скенирајуће микроскопије. Како врх сонде никада није идеалан (један атом на врху сонде), добијени снимци имају одређени степен изобличења. Уз помоћ савремених специјализованих програмских алата и на основу досадашњих искустава у испитивањима и карактеризацији материјала, могуће је у постпроцесуирање добијених слика увести алгоритме за елиминацију или умањивање грешака које настају због неадекватног(идеалог) врха сонди за скенирање.

4. Научне методе истраживања

- За истраживања ће бити коришћен уређај за скенирајућу микроскопију (СПМ) који се налази у Нано лабораторији Машинског факултета Универзитета у Београду. Технике које ће се користити за скенирање тунеловањем електрона (STM), микроскопија атомским силама (AFM) и микроскопија магнетних сила (МФМ). За скенирање узорака ће се користити различите сонде за контактни, бесконтактни, тапинг и магнетни режим рада. Од софтверских алата користиће се JEOL СПМ софтвер за скенирање и

процесуирање снимака, MATLAB, и Гвидион – софтвер за визуелизацију и анализу података добијених из ЈЕОЛ СПМ софтвера, као и за симулацију снимања теоријски идеалним сондама приликом постпроцесуирања снимака.

5. Очекивани научни допринос

Ово истраживање ће допринети:

1. бољем тумачењу добијених топографских снимака, и прецизнијој карактеризацији испитиваних узорака.
2. смањењу могућности двосмисленог тумачења резултата експеримената изазваних истовременим додиром више тачака врха сонде за скенирање.
3. одређивање геометрије комерцијалних сонди и симулација снимања исте површине помоћу математичких модела са тачно дефинисаном геометријом, радијусом врха и углом конуса ће омогућити реалнију топографску слику, па самим тим и прецизније дефинисање испитиваног материјала, без чега на нанометарској скали и у атомској резолуцији не може бити речи о прецизном одређивању карактеристика материјала.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања састоји се од следећих фаза:

- Изучавање геометријских карактеристика и облика сонди, материјала од којих су сачињене и физичких параметара за све модове и технике снимања АФМ (контактни, полуконтактни, бесконтактни, магнетни мод)
- Одабир материјала различитих физичких и хемијских својстава и квалитета површине
- Формирање базе снимака на којима је уочљив утицај артефаката
- Одређивање области на којима су уочене нерегуларне деформације на појединачним снимцима
- Анализа појединачних деформација на снимцима и њиховог порекла (утицај спољашње средине, деформације материјала и артефаката који потичу од састава материјала и дефеката сонди)
- Одређивање храпавости површине на снимцима добијеним у реалним контролисаним условима
- Симулација примене сонди са идеалним геометријским карактеристикама на постојећим снимцима добијеним у реалним условима

- Анализа накнадно процесуираних снимака и проналажење позиција на којима су уочене деформације које не потичу од састава испитиваног материјала
- Проналажење, анализа и поређење истих позиција на почетним и накнадно процесуираним снимцима
- Одређивање храпавости површине на накнадно процесуираним снимцима
- Статистичка обрада добијених резултата и успостављање корелације између реалних снимака и снимака добијених софтверском симулацијом теоријски идеалним сондама

Структура докторске дисертације је следећа:

1. У поглављу *Увод* обрађене су теме које обухватају: принципе рада уређаја СПМ, као и преглед досадашњих истраживања помоћу СПМ.
2. У поглављу *Уочавање проблема и циљеви истраживања*, а на основу анализе радова и истраживања, уочени су главни проблеми и дефинисани циљеви истраживања. Обрађене су карактеристике сонди које се користе и анализирани њихови недостаци. На основу уочених проблема дефинисани су циљеви истраживања, односно одређивање оптималног начина за елиминацију артефаката и/или смањење њиховог утицаја на карактеризацију испитиваних материјала.
3. У поглављу *Материјали* представљени су испитивани чврсти (метали и легуре) и вискоеластични (биолошки узорци) материјали и њихове физичке, хемијске и магнетне особине, и услови у којима су се узорци налазили. Анализирани су и материјали за производњу комерцијалних сонди за АФМ, с посебним акцентом на могућност деформација које доводе до појаве артефаката на снимцима.
4. У поглављу *Методе и технике* приказане су: методе и инструментација и софтвери коришћени у експериментима. Представљен је уређај ЈЕОЛ СПМ 5200 на којем су урађена сва истраживања, методе, параметри и карактеристике снимања, затим софтвер и алгоритми за елиминацију утицаја артефаката и методе и технике обраде резултата истраживања.
5. У поглављу *Резултати и дискусија* презентовани су комплетни резултати лабораторијских снимања и резултати добијени после примене алгоритама у циљу елиминације артефаката и то: резултати снимања и анализе разноврсних материјала пре и после примене алгоритама за накнадно процесуирање слика и дијаграми карактеристичних пресека од значаја за истраживање, храпавости целе површине и појединих карактеристичних области од значаја за примену методе. Такође, дата је и дискусија са анализом добијених резултата.

6. У поглављу *Закључак* показани су закључци о нивоу остварених циљева постављених на почетку истраживања као и научном доприносу резултата тих истраживања.
7. Литература
8. Прилози

7. Закључак и предлог

Анализом релевантних података из пријаве кандидата Љубише Петрова, Д10/11, Комисија закључује да је предложена тема изузетно актуелна, подобна и веома изазовна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све законом предвиђене услове и истраживачке квалификације за рад на докторској дисертацији.

Имајући у виду наведено Комисија предлаже Већу докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату

Љубиши Петров, Д10/11

одобри израду докторске дисертације под називом

**„Карактеризација материјала СПМ техником и њено унапређење
применом анализе утицаја дефеката сонди“**

у научној области Машинско инжењерство (ужа научна област Биомедицинско инжењерство) за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За ментора за рад на дисертацији предлаже се др Лидија Матија, редовни професор на Катедри за аутоматско управљање Машинског факултета Универзитета у Београду.

Београд, 10.04.2018. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Лидија Матија, редовни професор, Машински
факултет Универзитета у Београду

др Александра Васић-Миловановић, редовни
професор, Машински факултет Универзитета у
Београду

др Александар Седмак, редовни професор,
Машински факултет Универзитета у Београду

др Горан Лазовић, ванредни професор, Машински
факултет Универзитета у београду

др Драгомир Стаменковић, доцент, Факултет за
специјалну едукацију и рехабилитацију,
Универзитет у Београду

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: др Лидија Матија

Звање: редовни професор

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

- 1) "Vosika Z., Mitic V.V., Vasic A., Lazovic G., Matija L., Kocic LJ.M., Multistep generalized transformation method applied to solving equations of discrete and continuous time-fractional enzyme kinetics, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Vol 44, March, pp. 373-389, 2017
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cnsns.2016.08.024> ISSN: 1007-5704, IF=2,834 (2015)
- 2) "Majstorović D.M., Živković E.M., Matija L.R, Kijevčanin M.L., Volumetric, viscometric, spectral studies and viscosity modelling of binary mixtures of esters and alcohols (diethyl succinate, or ethyl octanoate + isobutanol, or isopentanol) at varying temperatures, Journal of Chemical Thermodynamics, Vol 104, January, pp. 169-188, 2017
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jct.2016.09.030>, ISSN: 0021-9614, IF=2,196 (2015)
- 3) Simić-Krstić J. B., Kalauzi A. J., Ribar S. N., Matija L. R., Mišević G. N., Electrical properties of human skin as aging biomarkers, Experimental gerontology, Vol 57, September, pp. 163-167, 2014 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jct.2016.09.030>, ISSN: 0531-5565, IF=3,485 (2014)
- 4) D. Kojić, R. Mitrović, L.Matija, Đ. Koruga: Magnetic Force Microscopy application in steel structure and milling process parameters evaluation, Materials and Manufacturing Processes, 532-2475, Vol. 24, Issue 10, 2009, p. 1168 – 1172. (ISSN: 1042-6914). ИФ: 0.968
- 5) "Munćan, J., Mileusnić, I., Šakota Rosić, J., Vasić-Milovanović, A., Matija, L., Water Properties of Soft Contact Lenses: A Comparative Near-Infrared Study of Two Hydrogel Material, International Journal of Polymer Science, 2016
<http://dx.doi.org/10.1155/2016/3737916> ISSN 1687-9422, IF 1.00 (2015)
- 6) "Šakota Rosić, J., Munćan, J., Mileusnić, I., Kosić, B., Matija, L., Detection of Protein Deposits Using NIR Spectroscopy, Soft Materials, 14 (4), pp. 264-271, 2016.

- <http://dx.doi.org/10.1080/1539445X.2016.1198377>, ISSN 1539-445X, IF 1.33 (2015)
- 7) Muncan J., Matija L., Simic-Krstic J., Nijemčević S., Koruga Dj, Discrimination of mineral waters using near-infrared spectroscopy and aquaphotomics, *Hemijska industrija*, 68 (2), 2014, pp. 257–264 doi:10.2298/HEMIND130412049M, ISSN 0367-598X, IF 0.364 (2014)
 - 8) "Tomic M., Vasic-Milovanovic A., Matija L., Koruga Dj., Remanent magnetization measurements of polymeric materials containing fullerol C60(OH)24 before and after exposure to external magnetic field, *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, Vol 24(7), pp.423-426, 2016.
<http://dx.doi.org/10.1080/1536383X.2016.1172571>, ISSN 1536-383X, IF 0.812 (2015)
 - 9) "Bojovic B., Petrov Lj., Matija L., Koruga D., Actual Diamond Engraving of a Fullerene Coated Glass Plate, *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, Vol 23(11), pp.947-955, 2015.
<http://dx.doi.org/10.1080/1536383X.2015.1037954>, ISSN 1536-383X, IF 0.812 (2015)
 - 10) Debeljković, A. D., Matija, L. R., Koruga, Dj. L., Characterization of nanophotonic soft contact lenses based on poly (2-hydroxyethyl methacrylate) and fullerene, *Hemijska industrija*, 67(6), pp. 861-870, 2013. doi:10.2298/HEMIND120830019D, ISSN 0357-598X
 - 11) Djuricic I., Matija L., Bojovic B., Mihajlovic S., Kosic B., Koruga Dj., Remanent Magnetization Measurements of the Fullerene Thin Films, *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, Vol 23(11), pp.938-941, 2015.
 - 12) D. Kojić, L. Matija, Lj. Petrov, R. Mitrović, Dj. Koruga: Surface characterization of Pb1-xMnxTe alloy by Atomic Force Microscopy and Magnetic Force Mode, *Surface Engineering*, (2011), vol. 27 br. 3, str. 158-163
 - 13) D. Stamenković, D. Kojić, L. Matija, Z. Miljković, B.Babić, Physical Properties of Contact Lenses Characterized by Scanning Probe Microscopy and OptoMagnetic Fingerprint, *International Journal of Modern Physics B*, Vol. 24(6-7) pp.825-834, 2010 (ISSN 0217-9792) ИФ: 0.402 (2010)
 - 14) M. Papić-Obradović, D. Kojić, L. Matija, Opto-Magnetic Method for Epstein – Barr Virus and Cytomegalovirus Detection in Blood Plasma Samples, *Acta Physica Polonica A*, Vol.117, No.5, pp 782-784, 2010 .
 - 15) Đ. Koruga, S.Miljković, S.Ribar, L.Matija, D.Kojića,, Water Hydrogen Bonds Study by Opto-Magnetic Fingerprint, *Acta Physica Polonica A*, Vol.117, No.5, pp 777-781, 2010. (ISSN 0587-4246)

- 16) Jeftic, B., Papic-Obradovic, M., Muncan, J., Matija, L., Koruga, Dj., Optomagnetic Imaging Spectroscopy Application in Cervical Dysplasia and Cancer Detection: Comparison of Stained and Unstained Papanicolaou Smears, Journal of Medical and Biological Engineering 37 (6), 936-943,
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40846-017-0255-z>

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
