

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ  
ФАКУЛТЕТ  
35/271  
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

## ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

**„Биокомпатибилност и понашање у корозионој средини материјала на бази титана за израду денталних импланата“**  
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

ИВАНА (Дејан) ДАМЊАНОВИЋ (рођена Димић) дипл. инжењер технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

3. Година дипломирања: 2010.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: /

5. Година одбране мастер рада: /

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 21.09.2017. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Студент је уписан на докторске академске студије шк. 2010/2011. године. На захтев студента, а уз сагласност ментора, декан је донео Решење број 20/88-1 од 28.09.2016. године о продужењу рока за завршетак студија за два семестра шк. 2016/2017. год., сагласно Статуту Универзитета у Београду и Правилнику о докторским студијама Факултета.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

---

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Ивана Д. Дамњановић

Име и презиме ментора: Бранко М. Бугарски

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Dimić I., Cvijović-Alagić I., Völker B., Hohenwarter A., Pippin R., Veljović Đ., Rakin M., **Bugarski B.**: *Microstructure and metallic ion release of pure titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy processed by high pressure torsion*, Mater Des, Vol 91, 2016, pp. 340-347, ISSN: 0264-1275, IF(2016)=4.364.
2. Dimić I., Cvijović-Alagić I., Obradović N., Petrović J., Putić S., Rakin M., **Bugarski B.**: *In vitro biocompatibility assessment of Co–Cr–Mo dental cast alloy*, J Serb Chem Soc, Vol 80, No 12, 2015, pp. 1541-1552, ISSN: 0352-5139, IF(2015)=0.970.
3. Dimić I., Cvijović-Alagić I., Kostić I., Perić-Grujić A., Rakin M., Putić S., **Bugarski B.**: *Metallic ion release from biocompatible cobalt-based alloy*, Chem Ind Chem Eng Q, Vol 20, No 4, 2014, pp. 571-577, ISSN: 1451-9372, IF(2014)=0.892.
4. Kostić I.T., Ilić V.Lj., Đorđević V.B., Bukara K.M., Mojsilović S.B., Nedović V.A., Bugarski D.S., Veljović Đ.N., Mišić D.M., **Bugarski B.M.**: *Erythrocyte membranes from slaughterhouse blood as potential drug vehicles: Isolation by gradual hypotonic hemolysis and biochemical and morphological characterization*, Colloids Surf B Biointerfaces, Vol 122, 2014, pp. 250-259, ISSN: 0927-7765, IF(2014)=4.152.
5. Bukara K., Schueller L., Rosier J., Daems T., Verheyden L., Eelen S., Martens J.A., Van den Mooter G., **Bugarski B.**, Kiekens F.: *Performance of fenofibrate formulated with ordered mesoporous silica versus 2-marketed formulations: A comparative bioavailability study in beagle dogs*, J Pharm Sci, Vol 105, No 8, 2016, pp. 2381-2385, ISSN: 0022-3549, IF(2016)=2.713.
6. Slavnić D.S., Živković L.V., Bjelić A.V., **Bugarski B.M.**, Nikačević N.M.: *Residence time distribution and Peclet number correlation for continuous oscillatory flow reactors*, J Chem Technol Biotechnol, Vol 92, No 8, 2017, pp. 2178-2188, ISSN: 0268-2575, IF(2016)= 3.135.
7. Pajić-Lijaković I.S., Lević S.M., Nedović V.A., **Bugarski B.M.**: *Biointerface dynamics - Multi scale modeling considerations*, Colloids Surf B Biointerfaces, Vol 132, 2015, pp. 236-245, ISSN: 0927-7765, IF(2015)= 3.902.
8. Dapčević-Hadnadjev T., Pajić-Lijaković I.S., Hadnadjev M.S., Mastilović J.S., Torbica A.M., **Bugarski B.M.**: *Influence of starch sodium octenyl succinate on rheological behaviour of wheat flour dough systems*, Food Hydrocoll, Vol 33, No 2, 2013, pp. 376-383, ISSN: 0268-005X, IF(2013)= 4.280.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

**А)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

**Б)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

**В)** У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

**Г)** У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 11.09.2017.

М.П.

---

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Ивана Д. Дамњановић

Име и презиме ментора: Марко П. Ракин

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Cvijović-Alagić I., Cvijović Z., Mitrović S., **Rakin M.**, Veljović Dj., Babić M.: Tribological Behaviour of Orthopaedic Ti-13Nb-13Zr and Ti-6Al-4V Alloys. Tribology Letters, Vol. 40, pp. 59-70 (2010) ISSN 1023-8883, IF 2010 = 1.574 (20/122)
2. Cvijović-Alagić I., Cvijović Z., Mitrović S., Panić V., **Rakin M.**: Wear and corrosion behaviour of Ti-13Nb-13Zr and Ti-6Al-4V alloys in simulated physiological solution, Corr Sci, Vol 53, No 2, 2011, pp. 796-808, ISSN: 0010-938X, IF(2011)=3.734.
3. Cvijović-Alagić I., Cvijović Z., Bajat J., **Rakin M.**: Composition and processing effects on the electrochemical characteristics of biomedical titanium alloys, Corr Sci, Vol 83, 2014, pp. 245-254, ISSN: 0010-938X, IF(2014)=4.422.
4. Cvijović-Alagić I., Gubeljak N., **Rakin M.**, Cvijović Z., Gerić K.: Microstructural morphology effects on fracture resistance and crack tip strain distribution in Ti-6Al-4V alloy for orthopedic implants, Mater Des, Vol 53, 2014, pp. 870-880. IF 2013 = 3.171 (41/251)
5. Dimić I., Cvijović-Alagić I., Völker B., Hohenwarter A., Pippan R., Veljović Đ., **Rakin M.**, Bugarski B.: *Microstructure and metallic ion release of pure titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy processed by high pressure torsion*, Mater Des, Vol 91, 2016, pp. 340-347, ISSN: 0264-1275, IF(2016)=4.364.
6. Dimić I., Cvijović-Alagić I., Hohenwarter A., Pippan R., Kojić V., Bajat J., **Rakin M.**: *Electrochemical and biocompatibility examination of high-pressure torsion processed titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy*, J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2017, doi: 10.1002/jbm.b.33919, ISSN: 1552-4973, IF(2016)=3.189.
7. Cvijović-Alagić I., Cvijović Z., Bajat J., **Rakin M.**: *Electrochemical behaviour of Ti-6Al-4V alloy with different microstructures in a simulated bio-environment*, Mater Corr, Vol 6, No 7, 2016, pp. 1075-1087, ISSN: 0947-5117, IF(2016)=1.260.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

**А)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

**Б)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

**В)** У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

**Г)** У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 11.09.2017.

М.П.

\_\_\_\_\_  
Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 21.09.2017. године, донета је

### О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата  
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Ивани Дамњановић**, дипломираном инжењеру технологије, под називом: **„Биокомпатибилност и понашање у корозионој средини материјала на бази титана за израду денталних импланата“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За менторе се одређују: др Бранко Бугарски, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Марко Ракин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду на сагласност, кандидату, менторима, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Подобност теме и кандидата **Иване Д. Дамњановић**, дипл. инж. техн., за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/656 од 29.12.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Иване Д. Дамњановић**, дипл. инж. техн., за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„БИОКОМПАТИБИЛНОСТ И ПОНАШАЊЕ У КОРОЗИОНОЈ СРЕДИНИ МАТЕРИЈАЛА НА БАЗИ ТИТАНА ЗА ИЗРАДУ ДЕНТАЛНИХ ИМПЛАНАТА“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. Подаци о кандидату**

**1.1. Биографски подаци**

Ивана Д. Дамњановић (девојачко Димић), дипл. инж. технологије, рођена је 08.06.1985. године у Приштини. Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду уписала је школске 2004/05. године на студијском програму Хемијска технологија; студијско подручје - Фармацеутско инжењерство и дипломирала 2010. године са просечном оценом 9,05. Дипломски рад на тему „Прорачун и димензионисање цилиндричног аутоклава“ под руководством ментора др Марка Ракина одбранила је са оценом 10. Примила је признање Српског хемијског друштва за укупан изузетан успех у току студирања.

Докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду уписала је школске 2010/11. године на студијском програму Биохемијско инжењерство и биотехнологија. Положила је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9,83 и одбранила завршни рад на тему „Анализа сигурности цевних лукова са грешком методом коначних елемената“ под руководством ментора др Бранка Бугарског.

У циљу континуираног усавршавања и праћења трендова у фармацеутској индустрији, Ивана Д. Дамњановић је уписала специјалистичке академске студије на Фармацеутском факултету Универзитета у Београду школске 2016/17. године на студијском програму Индустријска фармација.

Од јануара 2011. до јуна 2015. године била је запослена у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета и то у истраживачком звању истраживач-приправник од јануара 2011. до априла 2013. године и у истраживачком звању истраживач-сарадник од априла 2013. до јуна 2015. године. Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, на седници одржаној 03.03.2016. године, Ивана Д. Дамњановић је реизабрана у истраживачко звање истраживач-сарадник.

Од јуна 2015. године запослена је у фармацеутској компанији „Adoc d.o.o.“ на позицији технолог производње лекова.

## 1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Ивана Д. Дамњановић је учествовала у реализацији научноистраживачког пројекта из области интегралних и интердисциплинарних истраживања финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу побољшања њене конкурентности, квалитета и безбедности“ (евиденциони број пројекта III 46010) у периоду од јануара 2011. до јуна 2015. године. Учествовала је у реализацији иновационог пројекта „Капсуле здравља у леденом чају“ од 01.06.2014. године до 31.05.2015. године. У току свог досадашњег научноистраживачког рада активно је учествовала у осмишљавању и реализацији више дипломских и мастер радова.

Ивана Д. Дамњановић је уписала докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду школске 2010/11. године на студијском програму Биохемијско инжењерство и биотехнологија и положила све програмом предвиђене испите (13) са просечном оценом 9,83. Положени испити и остварени бодови у оквиру докторских студија су наведени у продужетку:

| Р. бр.         | Предмет                                                           | Оцена | ЕСПБ |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------|
| 1.             | Математичка обрада експерименталних података                      | 9     | 5    |
| 2.             | Одабрана поглавља биохемије - витамини                            | 10    | 5    |
| 3.             | Хемијска кинетика                                                 | 9     | 5    |
| 4.             | Феномени преноса у биолошким системима                            | 10    | 5    |
| 5.             | Инжењерство ћелије                                                | 10    | 5    |
| 6.             | Одабрани микробиолошки процеси у заштити животне средине          | 10    | 4    |
| 7.             | Отпорност материјала                                              | 10    | 4    |
| 8.             | Одабрана поглавља инструменталне анализе                          | 10    | 7    |
| 9.             | Одабрана поглавља пројектовања процеса у биохемијском инжењерству | 10    | 5    |
| 10.            | Физичко-хемијске основе фармацеутског инжењерства                 | 10    | 4    |
| 11.            | Метода коначних елемената у инжењерству материјала                | 10    | 4    |
| 12.            | Енглески језик                                                    | 10    | /    |
| 13.            | Завршни испит                                                     | 10    | 30   |
| ПРОСЕК/ УКУПНО |                                                                   | 9,83  | 83   |

Ивана Д. Дамњановић је свој научноистраживачки рад усмерила на неколико области: примена и оптимизација поступка увијања под високим притиском у циљу добијања ситнозрне микроструктуре металних биоматеријала, испитивање механичких карактеристика, корозионе постојаности и биокомпатибилности металних биоматеријала који се користе за замену оштећених чврстих ткива у људском организму, као и израда нумеричких модела методом коначних елемената применом лиценцираног софтверског пакета Abaqus. Кандидат Ивана Д. Дамњановић је 17.11.2016. године предложила тему докторске дисертације под називом „Биокомпатибилност и понашање у корозионој средини материјала на бази титана за израду денталних импланата“. Спроведена истраживања у оквиру докторске дисертације, чију окосницу чини развој нове серије биокомпатибилних легура титана и унапређење процеса добијања и прераде ових материјала, резултовало је, између осталог и објављивањем радова у међународним и националним научним и стручним часописима. У току свог досадашњег научноистраживачког рада Ивана Д. Дамњановић је као аутор или коаутор објавила **2** рада у врхунским часописима међународног значаја категорије M21, **3** рада у часописима међународног значаја категорије M23, **5** радова у часописима

међународног значаја верификованим посебном одлуком категорије M24, 15 радова саопштених на скуповима међународног и националног значаја штампаних у целини или у изводу (4 рада категорије M33, 6 категорије M34, 5 категорије M63) и 6 радова у водећим часописима националног значаја категорије M51.

### Списак објављених научних и стручних радова

#### Радови објављени у врхунским часописима међународног значаја (M21)

1. **Dimić I.**, Cvijović-Alagić I., Völker B., Hohenwarter A., Pippan R., Veljović Đ., Rakin M., Bugarski B.: *Microstructure and metallic ion release of pure titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy processed by high pressure torsion*, Mater Des, Vol 91, 2016, pp. 340-347, ISSN: 0264-1275, IF(2016)=4.364.
2. **Dimić I.**, Cvijović-Alagić I., Hohenwarter A., Pippan R., Kojić V., Bajat J., Rakin M.: *Electrochemical and biocompatibility examination of high-pressure torsion processed titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy*, J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2017, doi: 10.1002/jbm.b.33919, ISSN: 1552-4973, IF(2016)=3.189.

#### Радови објављени у часописима међународног значаја (M23)

1. **Dimić I.**, Cvijović-Alagić I., Obradović N., Petrović J., Putić S., Rakin M., Bugarski B.: *In vitro biocompatibility assessment of Co–Cr–Mo dental cast alloy*, J Serb Chem Soc, Vol 80, No 12, 2015, pp. 1541-1552, ISSN: 0352-5139, IF(2015)=0.970.
2. **Dimić I.**, Cvijović-Alagić I., Kostić I., Perić-Grujić A., Rakin M., Putić S., Bugarski B.: *Metallic ion release from biocompatible cobalt-based alloy*, Chem Ind Chem Eng Q, Vol 20, No 4, 2014, pp. 571-577, ISSN: 1451-9372, IF(2014)=0.892.
3. **Dimić I.**, Arsić M., Međo B., Stefanović A., Grabulov V., Rakin M.: *Effect of welded joint imperfection on the integrity of pipe elbows subjected to internal pressure*, Tehn vjesn, Vol 20, No 2, 2013, pp. 285-290, ISSN: 1330-3651, IF(2013)=0.615.

#### Радови објављени у часописима међународног значаја верификовани посебним одлукама (M24)

1. Tomović N., **Dimić I.**, Rakin M., Putić S., Međo B.: *Influence of working conditions on strength calculation of pressure vessel of austenitic steel according to SRPS EN 13445*, Integr vek konstr, Vol 13, No 2, 2013, pp. 137-140.
2. **Dimić I.**, Tomović N., Blažić J., Rakin M., Bugarski B.: *Control strength calculation of horizontal tank under pressure*, Integr vek konstr, Vol 13, No 3, 2013, pp. 157-161.
3. **Dimić I.D.**, Cvijović-Alagić I.Lj., Rakin M.B., Perić-Grujić A.A., Rakin M.P., Putić S.P., Bugarski B.M.: *Effect of the pH of artificial saliva on the ion release from commercially pure titanium*, Acta Periodica Technologica, Vol 44, 2013, pp. 207-215.
4. Petrović J.M., Bekrić D.Ž., Vujičić I.T., **Dimić I.D.**, Putić S.P.: *Microstructural characterization of glass-epoxy composites subjected to tensile testing*, Acta Periodica Technologica, Vol 44, 2013, pp. 151-162.
5. Petrović J., Ljubić D., Stamenović M., **Dimić I.**, Putić S.: *Tension mechanical properties of recycled glass-epoxy composite material*, Acta Periodica Technologica, Vol 43, 2012, pp. 189-198.

#### Радови објављени у водећим часописима националног значаја (M51)

1. Barjaktarević D.R., Cvijović-Alagić I.Lj., **Dimić I.D.**, Đokić V.R., Rakin M.P.: *Anodization of Ti-based materials for biomedical applications: A review*, Metall Mater Eng, Vol 22, No 3, 2016, pp. 129-143.
2. Obradović N.S., Krunić T.Z., **Damnjanović I.D.**, Vukašinović-Sekulić M.S., Rakin M.B., Rakin M.P., Bugarski B.M.: *Influence of whey proteins addition on mechanical stability of biopolymer beads with immobilized probiotics*, Tehnika-Novi Materijali, Vol 24, 2015, pp. 397-400.

3. **Dimić I.**, Medjo B., Rakin M., Arsić M., Šarkoćević Ž., Sedmak A.: *Failure prediction of gas and oil drilling rig pipelines with axial defects*, Procedia Mater Sci, Vol 3, 2014, pp. 955-960.
4. **Dimić I.**, Cvijović-Alagić I., Rakin M., Bugarski B.: *Analysis of metal ion release from biomedical implants*, Metall Mater Eng, Vol 19, No 2, 2013, pp. 167-176.
5. Stamenović M., Petrović J., **Dimić I.**, Putić S.: *Mogućnosti reciklaže kompozitnih materijala*, Ecologica, Vol 72, 2013, pp. 678-682.
6. Jovanović O., Stamenović M., Petrović J., **Dimić I.**: *Mogućnost korišćenja obnovljivih izvora energije u Srbiji*, Ecologica, Vol 67, 2012, pp. 535-541.

#### Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)

1. Barjaktarević D., **Dimić I.**, Cvijović-Alagić I., Bajat J., Rakin M.: *The electrochemical impedance spectroscopy study of ultrafine-grained titanium in artificial saliva*, Proceedings of TEAM 2015, Belgrade 2015, pp. 336-339.
2. Brkić D., Petrović J., **Dimić I.**, Stamenović M., Putić S.: *Influence of the processing of polymer composite materials on the environment and society*, International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth" Eco-Ist'12, Zaječar 2012, pp. 229-233.
3. **Dimić I.**, Petrović J., Stamenović M., Rakin M., Putić S.: *Possibilities of usage mechanical properties of polymer composite materials using different recycling methods*, International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth" Eco-Ist'12, Zaječar 2012, pp. 234-240.
4. Petrović J., Stamenović M., Ljubić D., Jovanović O., **Dimić I.**, Brkić D.: *Waste management in the municipality of Sremska Mitrovica*, International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth" Eco-Ist'12, Zaječar 2012, pp. 241-247.

#### Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34)

1. Barjaktarević D.R., **Dimić I.D.**, Cvijović-Alagić I.Lj., Đokić V.R., Bajat J.B., Rakin M.P.: *Corrosion behavior of nanotubular oxide layer formed on titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy processed by high pressure torsion*, Book of Abstracts YUCOMAT 2017, Herceg Novi 2017, p. 101.
2. Barjaktarević D.R., **Dimić I.D.**, Đokić V.R., Rakin M.P.: *Nanotubular oxide layer formation on Ti-13Nb-13Zr alloy as a function of anodizing time*, Book of Abstracts Fourth Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade 2016, p. 90.
3. Barjaktarević D.R., **Dimić I.D.**, Đokić V.R., Rakin M.P.: *Corrosion behavior of pure titanium and Ti-13Nb-13Zr alloy in artificial saliva solution*, Book of Abstracts Third Conference of Young Chemists of Serbia, Belgrade 2015, p. 79.
4. Obradović N., Krunić T., **Damnjanović I.**, Jenić A., Rakin M., Rakin M.P., Bugarski B.: *Influence of whey proteins addition on mechanical stability of biopolymer beads with immobilized probiotics*, Book of Abstracts Thirteenth Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering, , Belgrade 2014, p. 3.
5. Petrović J., Ljubić D., Stamenović M., **Dimić I.**, Putić S.: *Mechanical properties deviation of recycled glass-epoxy composite material*, Book of abstracts NANOBEELGRADE 2012, Belgrade 2012, p. 101.
6. **Dimić I.D.**, Tomović N.S., Cvijović-Alagić I.Lj., Rakin M.P., Bugarski B.M.: *Metal ion release from titanium and cobalt-based alloy for dental application*, Book of Abstracts YUCOMAT 2013, Herceg Novi 2013, p. 146.

#### Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини (M63)

1. **Dimić I.**, Biočanin T., Međo B., Rakin M., Putić S.: *Numerička analiza staklena vlakna-poliester kompozitne cevi izložene dejstvu unutrašnjeg pritiska*, Zbornik radova sa savetovanja "Napredni materijali i mogućnosti njihove primene", Požarevac 2011, str. 40-48.

2. Petrović J., **Dimić I.**, Stamenović M., Tomović N., Putić S.: *Određivanje deformacija pri dejstvu unutrašnjeg pritiska kod staklena vlakna-poliester kompozitnih cevi izlaganih rastvorima kiselina i baza*, Zbornik radova sa savetovanja "Napredni materijali i mogućnosti njihove primene", Požarevac 2011, str. 64-73.
3. Petrović J., Stamenović M., **Dimić I.**, Brkić D., Putić S.: *Possibility of obtaining materials of good mechanical properties by mounting recycled composites*, Zbornik radova sa 7. simpozijuma "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Soko Banja 2012, str. 172-178.
4. Brkić D., Petrović J., Ljubić D., Jovanović O., **Dimić I.**: *Značaj i metode reciklaže komponenata kompjuterske opreme*, Zbornik radova sa 7. simpozijuma "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Soko Banja 2012, str. 193-197.
5. **Dimić I.**, Pavićević V., Petrović J., Jovanović O., Stamenović M.: *Mogućnost iskorišćenja čvrstog otpada kroz proces kompostiranja u Srbiji*, Zbornik radova sa 7. simpozijuma "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Soko Banja 2012, str. 236-243.

### 1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и претходно приказаних резултата остварених током докторских студија, Ивана Д. Дамњановић је показала изузетну склоност и способност за бављење научноистраживачким радом, што се огледа, како у самосталном осмишљавању и реализацији истраживања везаних за докторску дисертацију, тако и кроз рад на осталим пројектним активностима. Као резултат спроведених истраживања проистекло је преко 30 публикација где је Ивана Д. Дамњановић аутор или коаутор (2 рада категорије M21, 8 категорија M23 и M24, 15 категорија M33, M34 и M63 и 6 категорије M51). На основу биографских података кандидата, његових научних и стручних активности, као и објављених радова, Комисија сматра да је кандидат подобан за ефикасан теоријски и експериментални рад на предложеној теми докторске дисертације.

## 2. Предмет и циљ истраживања

Основна тежња развоја биокомпатибилних металних материјала је обезбеђење функционисања импланата у људском организму без штетних ефеката, као и продужење животног века и побољшање квалитета живота пацијената [1, 2]. Најчешће коришћени метални материјали за замену одређеног дела или функције људског организма, пре свега на физиолошки прихватљив, али и економичан начин, су комерцијално чист титан (*енгл.* Commercially Pure Titanium, CP Ti) и легуре титана [3-5]. Главни недостаци метала, као имплантних материјала, су неусклађеност модула еластичности метала и чврстих ткива, њихова подложност корозији и отпуштање металних јона [3, 6-8]. Познавање врсте и концентрације отпуштених елемената са површине имплантних материјала веома је битно за предвиђање и процену њиховог локалног и системског ефекта у организму. Наиме, корозија настаје када се пасивни филм на металном материјалу оштети трећем и/или микропокретима, при чему долази до директног контакта металног импланта са биофлуидима што резултира деградацијом имплантног материјала и отпуштањем металних јона, који могу да доведу до различитих здравствених проблема услед дифузије јона кроз цео организам [7, 9-12]. У циљу побољшања карактеристика и трајности импланата, неопходно је развити материјал са ниским модулом еластичности, високом чврстоћом и добром корозионом постојаношћу [13, 14].

С обзиром на чињеницу да се метални материјали најчешће користе за замену чврстих ткива у организму човека, а одговор живог организма на страном телу са којим је у контакту одређује могућност коришћења датог материјала у медицини и стоматологији, изузетна пажња приликом испитивања карактеристика ове групе материјала мора се посветити и њиховој биокомпатибилности. Сходно томе, основни циљ развоја металних биоматеријала је смањење степена њиховог корозионог оштећења са једне стране и побољшање њихове биокомпатибилности са друге стране, и управо из тих разлога се и врше испитивања утицаја

модификације хемијског састава, микроструктуре и стања површине на поменута својства металних материјала [15, 16].

Да би се добио материјал оптималних карактеристика користе се различити технолошки поступци којим се жељена својства материјала могу побољшати, док се штетна могу свести на минимум или потпуно уклонити. У последње време, савремени поступци интензивног пластичног деформисања (*енгл.* Severe Plastic Deformation, SPD) се користе за добијање ситнозрних металних материјала који показују супериорне механичке карактеристике у односу на материјале добијене конвенционалним поступцима израде, али питање њихове корозионе постојаности и биокомпатибилности остаје отворено [17-31]. Управо из тог разлога, предмет научног истраживања у оквиру предложене теме докторске дисертације је испитивање биокомпатибилности металних материјала на бази титана, како материјала добијених конвенционалним методама, тако и материјала ситнозрне микроструктуре добијених поступком увијања под високим притиском (*енгл.* High Pressure Torsion, HPT), као и њиховог понашања у корозионој средини, извођењем *in vitro* тестова цитотоксичности, електрохемијских испитивања и испитивања отпуштања јона. Циљ ове докторске дисертације је развој нове серије биокомпатибилних легура титана за примену у денталној имплантологији (материјали побољшане биокомпатибилности и корозионе постојаности), као и унапређење процеса добијања и прераде поменутих материјала.

#### **Релевантни библиографски извори:**

- [1] Esposito M.: *Titanium for dental applications*, in: Brunette D., Tengvall P., Textor M., Thomson P., Eds., *Titanium in Medicine*, Springer, Berlin, 2001, pp. 875-888.
- [2] Geetha M., Singh A.K., Asokamani R., Gogia A.K.: *Ti based biomaterials, the ultimate choice for orthopaedic implants-a review*, *Prog Mater Sci*, Vol 54, 2009, pp. 397-425.
- [3] Niinomi M.: *Metallic Biomaterials*, *J Artif Organs*, Vol 11, 2008, pp. 105-110.
- [4] Park J.B., Lakes R.S.: *Biomaterials: An introduction*, Springer, NY, 2007.
- [5] Hollinger J.O.: *Consensus definitions, fundamental concepts, and a standardized approach to applied biomaterials sciences*, in: Hollinger J.O., Ed., *An introduction to biomaterials*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2012, pp. 1-7.
- [6] Niinomi M.: *Mechanical properties of biomedical titanium alloys*, *Mater Sci Eng A*, Vol 243, 1998, pp. 231-236.
- [7] Virtanen S.: *Degradation of titanium and its alloy*, in: Eliaz N., Ed., *Degradation of implant materials*, Springer, New York, 2012, pp. 29-56.
- [8] Li Y., Wong C., Xiong J., Hodgson P., Wen C.: *Cytotoxicity of titanium and titanium alloying elements*, *J Dent Res*, Vol 89, 2010, pp. 493-497.
- [9] Robin A., Carvalho O.A.S., Schneider S.G., Schneider S.: *Corrosion behavior of Ti-xNb-13Zr alloys in Ringer's solution*, *Werkst Korros*, Vol 59, 2008, pp. 929-933.
- [10] Wataha J.C., Nelson S.K., Lockwood P.E.: *Elemental release from dental casting alloys into biological media with and without protein*, *Dent Mater*, Vol 17, 2001, pp. 409-414.
- [11] Mutlu-Sagesen L., Ergun G., Karabulut E.: *Ion release from metal-ceramic alloys in three different media*, *Dent Mater J*, Vol 30, 2011, pp. 598-610.
- [12] Okazaki Y., Gotoh E.: *Comparison of metal release from various metallic biomaterials in vitro*, *Biomaterials*, Vol 26, 2005, pp. 11-21.
- [13] Li Y., Yang C., Zhao H., Qu S., Li X., Li Y.: *New developments of Ti-based alloys for biomedical applications*, *Materials*, Vol 7, 2014, pp. 1709-1800.
- [14] Rack H.J., Qazi J.I.: *Titanium alloys for biomedical applications*, *Mater Sci Eng C*, Vol 26, 2006, pp. 1269-1277.
- [15] Cvijović-Alagić I., Cvijović Z., Bajat J., Rakin M.: *Composition and processing effects on the electrochemical characteristics of biomedical titanium alloys*, *Corr Sci*, Vol 83, 2014, pp. 245-254.

- [16] Geetha M., Singh A.K., Muraleedharan K., Gogia A.K., Asokamani R.: *Effect of thermomechanical processing on microstructure of a Ti–13Nb–13Zr alloy*, J Alloy Compd, Vol 329, 2001, pp. 264-271.
- [17] Valiev R.Z., Islamgaliev R.K., Alexandrov I.V.: *Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation*, Prog Mater Sci, Vol 45, 2000, pp. 103-189.
- [18] Estrin Y., Vinogradov A.: *Extreme grain refinement by severe plastic deformation: A wealth of challenging science*, Acta Mater, Vol 61, 2013, pp. 782-817.
- [19] Azushima A., Kopp R., Korhonen A., Yang D.Y., Micari F., Lahoti G.D., Groche P., Yanagimoto J., Tsuji N., Rosochowski A., Yanagida A.: *Severe plastic deformation (SPD) processes for metals*, CIRP ANN-MANUF TECHN, Vol 57, 2008, pp. 716-735.
- [20] Zhu Y.T., Lowe T.C., Langdon T.G.: *Performance and applications of nanostructured materials produced by severe plastic deformation*, Scr Mater, Vol 51, 2004, pp. 825-830.
- [21] Elias C.N., Meyers M.A., Valiev R.Z., Monteiro S.N.: *Ultrafine grained titanium for biomedical applications: An overview of performance*, J Mater Res Technol, Vol 2, 2013, pp. 340-350.
- [22] Zhilyaev A.P., Langdon T.G.: *Using high-pressure torsion for metal processing: Fundamentals and applications*, Prog Mater Sci, Vol 53, 2008, pp. 893-979.
- [23] Pippan R., Scheriau S., Hohenwarter A., Hafok M.: *Advantages and limitations of HPT: A review*, Mater Sci Forum, Vol 584, 2008, pp. 16-21.
- [24] Islamgaliev R.K., Kazyhanov V.U., Shestakova L.O., Sharafutdinov A.V., Valiev R.Z.: *Microstructure and mechanical properties of titanium (grade 4) processed by high-pressure torsion*, Mater Sci Eng A, Vol 493, 2008, pp. 190-194.
- [25] Shirooyeh M., Xu J., Langdon T.G.: *Microhardness evolution and mechanical characteristics of commercial purity titanium processed by high-pressure torsion*, Mater Sci Eng A, Vol 614, 2014, pp. 223-231.
- [26] Sergueeva A.V., Stolyarov V.V., Valiev R.Z., Mukherjee A.K.: *Advanced mechanical properties of pure titanium with ultrafine grained structure*, Scr Mater, Vol 45, 2001, pp. 747-752.
- [27] Balakrishnan A., Lee B.C., Kim T.N., Panigrahi B.B.: *Corrosion behaviour of ultra fine grained titanium in simulated body fluid for implant application*, Trends Biomater Artif Organs, Vol 22, 2008, pp. 58-64.
- [28] Gurao N.P., Geetha M., Govindaraj P., Asokamani R., Suwas S.: *Effect of texture and grain size on bio-corrosion response of ultrafine-grained titanium*, Metall Mater Trans A, Vol 44, 2013, pp. 5602-5610.
- [29] Balyanov A., Kutnyakova J., Amirkhanova N.A., Stolyarov V.V., Valiev R.Z., Liao X.Z., Zhao Y.H., Jiang Y.B., Xu H.F., Lowe T.C., Zhu Y.T.: *Corrosion resistance of ultrafine-grained Ti*, Scr Mater, Vol 51, 2004, pp. 225-229.
- [30] Wang C.T., Gao N., Gee M.G., Wood R.J.K., Langdon T.G.: *Effect of grain size on the micro-tribological behavior of pure titanium processed by high-pressure torsion*, Wear, Vol 280-281, 2012, pp. 28-35.
- [31] Sauvage X., Wilde G., Divinski S.V., Horita Z., Valiev R.Z.: *Grain boundaries in ultrafine grained materials processed by severe plastic deformation and related phenomena*, Mater Sci Eng A, Vol 540, 2012, pp. 1-12.

### 3. Полазне хипотезе

У току израде ове дисертације испитаће се могућност добијања ситнозрних металних материјала на бази титана применом НРТ поступка. Поред тога, у раду ће се дефинисати оптимални параметри НРТ поступка за добијање материјала за примену у денталној имплантологији. На основу детаљног литературног прегледа закључено је да примена НРТ поступка доводи до побољшања механичких карактеристика металних биоматеријала, али се поставља питање да ли материјали подвргнути НРТ поступку показују одговарајућу корозиону постојаност и биокompatibilност за примену у људском организму. Према томе,

у раду ће се испитати степен корозионе отпорности и степен цитотоксичности материјала у средини која симулира услове у усној дупљи, како би се дошло до закључка да ли наведени материјали показују побољшане карактеристике у контакту са биофлуидима и анималним и хуманим ћелијама, у односу на материјале добијене конвенционалним поступцима израде. Истраживања су започета од следећих хипотеза:

- У контакту са биофлуидима метални биоматеријали отпуштају металне јоне који могу бити токсични у одређеним концентрацијама; концентрација отпуштених јона из металних материјала не рефлектује састав материјала и зависи од бројних фактора, као што су рН вредност, температура, састав медијума, дужина излагања;
- Титан и његове легуре показују бољу корозиону постојаност и биокомпатибилност у поређењу са другим металним биоматеријалима;
- У циљу побољшања карактеристика и трајности импланата на бази титана, потребно је развити материјал који карактерише ниска вредност модула еластичности, висока чврстоћа, као и добра корозиона постојаност и биокомпатибилност, што је могуће постићи применом савременог НРТ поступка;
- Као резултат примене савременог НРТ поступка добијају се ситнозрни метални материјали побољшаних механичких и биолошких карактеристика у поређењу са материјалима добијеним конвенционалним поступцима израде; карактеристике материјала зависе од процесних параметара;
- Материјали на бази титана добијени савременим НРТ поступком показују већи степен корозионе отпорности и бољу биокомпатибилност у поређењу са материјалима добијеним конвенционалним поступцима израде.

#### 4. Научне методе истраживања

**Материјали:** За потребе испитивања у оквиру докторске дисертације биће коришћене две групе материјала на бази титана. Прву групу чине крупнозрни материјали добијени конвенционалним методама: комерцијално чист титан степена чистоће 2 (CPTi, grade 2), комерцијална легура Ti-6Al-4V ELI (mas.%) и легура титана нове генерације Ti-13Nb-13Zr добијена поступком ливења у електролучној пећи са заштитном атмосфером аргона. Другу групу чине ситнозрни материјали добијени НРТ поступком: ситнозрни комерцијално чист титан (*енгл.* Ultrafine Grained, UFG CPTi) и ситнозрна Ti-13Nb-13Zr легура (UFG Ti-13Nb-13Zr).

**Методе:** Карактеризација свих наведених материјала, како оних добијених конвенционалним методама, тако и материјала добијених савременим НРТ поступком обраде, ће бити извршена применом оптичке микроскопије (*енгл.* Optical Microscopy, OM), скенирајуће електронске микроскопије (*енгл.* Scanning Electron Microscopy, SEM) и трансмисионе електронске микроскопије (*енгл.* Transmission Electron Microscopy, TEM), док ће хомогеност материјала након НРТ поступка бити процењена одређивањем микротврдоће и анализом профила микротврдоће дуж пречника узорака. С обзиром на то да је један од недостатака металних биоматеријала отпуштање металних јона, наведени материјали ће бити изложени раствору вештачке пљувачке на температури од 37 °C различите рН вредности у циљу симулирања услова у усној дупљи, јер се испитивани материјали развијају превасходно за примену у стоматологији. Врсте и концентрација отпуштених јона ће бити одређена након различитих времена потапања применом индуктивно спрегнуте плазме са масеном спектрометријом (*енгл.* Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry, ICP-MS). Како поред рН вредности, температуре и дужине потапања, значајан утицај има и хемијски састав медијума, биће испитано отпуштање јона у медијумима различитог састава. Отпорност према корозији обе групе материјала испитаће се применом потенциодинамичке методе и методе спектроскопије електрохемијске импеданције (*енгл.* Electrochemical Impedance

Spectroscopy, EIS), при чему ће бити одређени електрохемијски параметри, природа и карактеристике оксидних слојева присутних на кородираној површини испитиваних материјала. С обзиром на чињеницу да би превозиње крупнозрног металног материјала у ситнозрни метални материјал применом НРТ поступка требало да услови побољшање биокомпатибилности металног материјала, испитаће се утицај НРТ поступка на биокомпатибилност и цитотоксичност материјала. Оцена цитотоксичности металних материјала и вијабилност ћелијске културе вршиће се применом теста одбацивања боје (*енгл.* Dye Exclusion Test, DET), агар дифузионим тестом (*енгл.* Agar Diffusion Test, ADT), кристал виолет тестом (*енгл.* Cristal Violet Test, CV) и колориметријским тестом са тетразолијум солима (*енгл.* MTT test) коришћењем мишјих фибробласта (L-929), хуманих фибробласта плућа (MRC-5) и мезенхималних матичних ћелија из периодонталног лигамента (PDL) у течном медијуму. Морфологија и адхезија ћелија на површини имплантних металних материјала биће испитана применом SEM анализе.

## 5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживања у оквиру ове докторске дисертације дати вишеструко значајан научни допринос, при чему се може издвојити следеће:

- дефинисање зависности између концентрације отпуштених јона, pH вредности медијума, састава медијума и дужине потапања имплантних материјала у медијум;
- дефинисање утицаја броја обртаја, као процесног параметра при изради ситнозрних металних материјала применом НРТ поступка, на величину зрна и микроструктуру материјала на бази титана – дефинисање оптималних параметара НРТ поступка;
- развој ситнозрних металних биоматеријала на бази титана значајно побољшане корозионе постојаности у условима који симулирају услове присутне у људском организму;
- одређивање биокомпатибилности ситнозрних металних биоматеријала на бази титана;
- процена могућности безбедне уградње имплантата израђених од крупнозрних и ситнозрних металних материјала у људски организам на основу тестова цитотоксичности и анализе морфологије и адхезије ћелија на површини металних биоматеријала.

Испитивања, која ће бити спроведена у оквиру ове докторске тезе, треба да омогуће, пре свега, одређивање међузависности биокомпатибилности материјала на бази титана и одговора живих ћелија различитог типа на присуство металних јона у раствору који симулира телесне течности људског организма, у циљу бољег разумевања понашања имплантних металних материјала на бази титана крупнозрне и ситнозрне микроструктуре у усној дупљи човека. Такође, од великог је значаја доказивање да се применом поступака интензивног пластичног деформисања добијају нове серије биокомпатибилних металних материјала побољшаних биолошких карактеристика за примену у денталној имплантологији, што би представљало велики напредак у развоју металних биоматеријала.

## 6. План истраживања и структура рада

На самом почетку испитаће се могућност постизања оптималних процесних услова за добијање ситнозрних материјала на бази титана применом НРТ поступка. У наставку, даљим испитивањима ће бити подвргнуте две групе материјала: крупнозрни материјали добијени конвенционалним методама и ситнозрни материјали добијени НРТ поступком. Испитивања ће обухватити: тестове потапања, електрохемијска испитивања, *in vitro* тестове цитотоксичности и испитивања морфологије и адхезије ћелија на површини имплантних металних материјала.

Докторска дисертација ће обухватати следећа поглавља: *Увод*, *Теоријски део*, *Експериментални део*, *Резултати*, *Дискусија*, *Закључак* и *Литература*.

У поглављу *Увод* ће бити образложени предмет и циљеви истраживања, као и научни допринос докторске тезе.

У оквиру *Теоријског дела* докторске дисертације биће дат литературни преглед предметне области, односно преглед досадашњих истраживања у области металних биоматеријала. На првом месту ће бити дат приказ предности и недостатака металних материјала за примену у биомедицини, са посебним освртом на материјале на бази титана. С обзиром на то да људски организам представља изузетно агресивну средину за металне материјале, биће дат преглед захтева које имплантни материјали треба да испуне. Када имплантни материјал дође у контакт са биофлуидима, долази до појаве отпуштања металних јона као последица корозије којој су метални биоматеријали у извесном степену подложни. У раду ће бити дате основе корозионог процеса и методе испитивања корозионе постојаности. Како се за метале као биоматеријале, поред корозионе постојаности, захтева и одговарајућа биокомпатибилност, биће дате дефиниције биокомпатибилности и методе испитивања. Развој металних материјала подразумева подвргавање материјала одређеним техникама пластичног деформисања са циљем добијања материјала ситнозрне микроструктуре који се одликују бољим механичким особинама, али питање корозионе постојаности и биокомпатибилности ових материјала остаје отворено и у раду ће бити дат литературни преглед стања садашњег развоја металних биоматеријала.

У поглављу *Експериментални део* докторске дисертације биће описани материјали и методе, према редоследу експерименталног истраживачког рада. Прво ће бити дат опис поступка израде легуре Ti-Nb-Zr, а затим ће бити описане методе карактеризације материјала на бази титана, корозиона испитивања и испитивања цитотоксичности основне групе материјала. Након тога, биће дат експериментални поступак добијања материјала на бази титана ситнозрне микроструктуре применом НРТ поступка. Биће дат приказ електрохемијских испитивања, испитивања отпуштања јона и испитивања цитотоксичности којима ће бити савремени ситнозрни материјали на бази титана подвргнути, са циљем поређења са материјалима добијеним конвенционалним поступцима израде.

Добијени резултати ће бити приказани у поглављу *Резултати* и дискутовани у поглављу *Дискусија*.

У поглављу *Закључак* биће сумирани добијени резултати поступка израде ситнозрних материјала и карактеризације, електрохемијских испитивања и испитивања биокомпатибилности, са посебним освртом на предности и могућност примене нове серије биокомпатибилних материјала са назначеним простором за даља унапређења.

## 7. Закључак и предлог

На основу изложеног Комисија сматра да је тема докторске дисертације под насловом „Биокомпатибилност и понашање у корозиционој средини материјала на бази титана за израду денталних импланата“ коју је предложила Ивана Д. Дамњановић, дипл. инж. технологије, научно заснована и да представља значајан допринос научној области Технолошко инжењерство за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Уже научне области предложене теме су Биохемијско инжењерство и биотехнологија и Инжењерство материјала. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Ивани Дамњановић одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За менторе докторске дисертације Комисија предлаже др Бранка Бугарког, редовног професора Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Марка Ракина, редовног професора Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 01.09.2017.

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....  
Проф. др Бранко Бугарски,  
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....  
Проф. др Марко Ракин,  
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....  
Др Ивана Цвијовић-Алагић, научни сарадник,  
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке Винча

.....  
Проф. др Јелена Бајат,  
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....  
Доц. др Ђорђе Вељовић,  
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет