

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Петковић (Љубомир) Душан	МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ Примљено: 13.12.2016.
Датум и место рођења	13. 11. 1982., Пирот	
Основне студије		
Универзитет	Универзитет у Нишу	612-719/16
Факултет	Машински факултет у Нишу	
Студијски програм	Машинско инжењерство	
Звање	Дипломирани инжењер машинства (еквивалент Мастер дипломе)	
Година уписа	2001.	
Година завршетка	2007.	
Просечна оцена	10,00	

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	
Факултет	
Студијски програм	
Звање	
Година уписа	
Година завршетка	
Просечна оцена	
Научна област	
Наслов завршног рада	

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет у Нишу
Студијски програм	Машинско инжењерство
Година уписа	2007.
Остварен број ЕСПБ бодова	460
Просечна оцена	10,00

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – Вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању
Име и презиме ментора, звање	др Горан Раденковић, ванредни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	8/20-01-001/16-027 17. 02. 2016. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	265
Број поглавља	8
Број слика (шема, графикана)	65
Број табела	57
Број прилога	4

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1.	<p><u>D. Petković, M. Madić, G. Radenković</u>, Selection of the most suitable non-conventional machining processes for ceramic processing by using MCDMs, <i>Science of Sintering</i>, 2015, Vol. 47, 229-235.</p> <p><i>У раду је приказана примена нових метода вишекритеријумског одлучивања за избор најпогоднијег неконвенционалног поступка обраде керамике. Применом WASPAS и COPRAS метода, десет неконвенционалних поступака обраде су ранжирани на основу десет критеријума. Поред тога, упоређени су добијени резултати са резултатима претходних истраживања како би се показала применљивост и ефикасност разматраних метода вишекритеријумског одлучивања у области избора неконвенционалних поступака обраде.</i></p>	M22
2.	<p><u>Petković Dušan Lj., Madić Miloš J., Radenković Goran M.</u>, The effects of passivation parameters on pitting potential of biomedical stainless steel, <i>Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly</i>, 2016, DOI:10.2298/CICEQ151127020P.</p> <p><i>У раду су приказане две методе моделирања (регресиона анализа и неуронске мреже) процеса пасивизације нерђајућег биомедицинског челика ради повећања корозионе постојаности у in vitro условима. Пасивизација је изведена потапањем у раствору азотне киселине, при чему су варирана 3 фактора: концентрација киселине, температура раствора и време пасивизације. Питинг потенцијал је узет као параметар за упоређење корозионе постојаности у Hank-овом раствору на температури од 36 °C. Упоређењем експерименталних резултата са резултатима предикције моделима, показано је да једино неуронске мреже дају модел задовољавајуће тачности. Поред тога, на основу модела неуронских мрежа изведена је анализа утицаја фактора пасивизације на корозиону постојаност испитиваног челика.</i></p>	M23
3.	<p><u>D. Petković, M. Madić, G. Radenković, M. Manić, M. Trajanović</u>, Decision Support System for Selection of the Most Suitable Biomedical Material, <i>5th International Conference on Information Society and Technology - ICIST 2015</i>, Kopaonik, Serbia, 8-10 March 2015, 27-31.</p> <p><i>У овом раду је описан MCDM Solver – Систем за подршку одлучивању, заснован на примени метода вишекритеријумског одлучивања. MCDM Solver је развијен како би се олакшао процес избора биомедицинских материјала уједно повећавајући поверење у објективност избора. Као пример, наведен је избор материјала за надокнаду недостајућих делова дугих костију.</i></p>	M33
4.	<p><u>D. Petković, M. Madić, G. Radenković</u>, Ranking of Biomedical Materials by Using Comprehensive WASPAS Method, <i>3rd International Conference MECHANICAL ENGINEERING IN XXI CENTURY</i>, Niš, 17-18 September, 2015, 339-344.</p> <p><i>У овом раду је развијена Свеобухватна WASPAS метода и предложена њена примена за избор биомедицинских материјала. Приказана је комплетна процедура избора и детаљно објашњен математички приступ. На крају, листа потенцијалних материјала (алтернатива) за замену колена ранжиран је на основу одабраних критеријума, при чему је најбоље ранжирани материјал уједно и најпогоднији за израду ендопротезе колена.</i></p>	M33
5.	<p><u>D. Petković, M. Madić, G. Radenković</u>, Selection of the Biomedical Material by Using MCDM Approach, <i>IX International Scientific Conference CONTEMPORARY MATERIALS 2016</i>, Banja Luka, 4-5 September, 2016, 737-748.</p> <p><i>Избор материјала за конкретну биомедицинску примену представља веома сложен, важан и одговоран посао. Имајућу ту чињеницу у виду, у раду су коришћене савремене методе вишекритеријумског одлучивања за избор материјала стема ендопротезе кука. У раду је примењена Свеобухватна WASPAS метода за рангирање кандидата биоматеријала за израду стема.</i></p>	M33

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

Душан Петковић положио је све испите предвиђене планом докторских студија (80 ЕСПБ бодова) и на основу студијског истраживачког рада (научно-истраживачки рад, учешће на пројектима, публиковање радова, учешће на стручним семинарима, симпозијумима, скуповима и др.) остварио 40 ЕСПБ бодова. Остваривши укупно 420 ЕСПБ бодова, стекао је право на пријаву теме докторске дисертације.

Душан Петковић поднео је 13.11.2015. године Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу захтев (број 612-715/2015) за одобрење теме докторске дисертације под радним насловом „ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању“.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу, на седници која је одржана 16.11.2015. године, предложило је Комисију за оцену научне заснованости теме у саставу: др Горан Раденковић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Мирослав Трајановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу и др Фатима Живић, научни сарадник Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, на седници која је одржана 07.12.2015. године, одлуком број 8/20-01-005/15-039, именовало је Комисију за оцену научне заснованости наведене теме у саставу:

др Горан Раденковић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Мирослав Трајановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу и др Фатима Живић, научни сарадник Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу, на седници која је одржана 15.01.2016. године, на основу Извештаја (број 612-98/2016) Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, кандидата Душана Петковића, под насловом „ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању“ донело је Одлуку о усвајању предложене теме докторске дисертације. На истој седници, Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу утврдило је Предлог одлуке о именовању ментора, којим се др Горан Раденковић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, именује за ментора.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, на седници која је одржана 17.02.2016. године, одлуком број 8/20-01-001/16-027, дало је сагласност на Одлуку о усвајању теме докторске дисертације Душана Петковића под називом „ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању“, на Машинском факултету у Нишу. На истој седници, донета је и одлука број 8/20-01-001/16-028 о именовању др Горана Раденковића, ванредног професора Машинског факултета Универзитета у Нишу, за ментора докторске дисертације Душана Петковића на Машинском факултету у Нишу, са претходно наведеним називом.

Душан Петковић поднео је 30.08.2016. године Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу Захтев (број 612-531/2016) за одређивање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу, на седници која је одржана 15.09.2016. године, предложило је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације Душана Петковића, под називом „ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању“ у саставу: др Горан Раденковић, ванредни професор (ментор) Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Мирослав Трајановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Фатима Живић, научни сарадник Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, др Милорад Митковић, редовни професор Медицинског факултета Универзитета у Нишу и дописни члан САНУ и др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, на седници која је одржана 26.10.2016. године, донело је Одлуку (број 8/20-01-007/16-020) о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на Машинском факултету у Нишу, кандидата Душана Петковића, под називом „ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању“ у саставу: др Горан Раденковић, ванредни професор (ментор) Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Мирослав Трајановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Фатима Живић, научни сарадник Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, др Милорад Митковић, редовни професор Медицинског факултета Универзитета у Нишу и дописни члан САНУ и др Мирослав Радовановић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу.

Душан Петковић је првопотписани аутор два рада, која су објављена у часописима са импакт фактором (на SCI листи) из области којој припада тема докторске дисертације, првопотписани је аутор једног објављеног рада из области којој припада тема докторске дисертације, у часопису који издаје Универзитет у Нишу.

На основу свега наведеног, Душан Петковић, дипл. инж. маш., испуњава све услове за оцену и одбрану докторске дисертације, који су прописани Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу и Статутом Машинског факултета у Нишу.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

Докторска дисертација садржи: резиме на српском и енглеском, 8 поглавља, 4 прилога, списак коришћене литературе (248 цитираних библиографских јединица) и биографију аутора.

У уводном поглављу наведени су основни појмови и дефиниције, везане за материјале и приказан историјски развој материјала. Након тога, приказана је подела материјала на групе, те свака од њих укратко описана. Потом су дефинисана својства материјала и наведена нека од њих. У овом поглављу је описана разлика између науке о материјалима и инжењерства материјала. Описан је значај изучавања материјала и потребе за правилним избором материјала. Сходно томе, процес избора материјала мора бити базиран на методама које се користе при тзв. вишекритеријумском одлучивању.

У другом поглављу (*Избор материјала*) детаљно је описан значај правилног избора материјала, као и сам процес избора материјала. Наведене су и описане фазе у процесу избора материјала. У оквиру овог поглавља, детаљније су разматране методе за иницијалну селекцију (скрининг) материјала.

У трећем поглављу (*Основе теорије одлучивања*) наведени су основни појмови у теорији одлучивања, наведене су фазе у процесу одлучивања и врсте одлука. У оквиру овог поглавља, описан је проблем вишекритеријумског одлучивања, где су најпре приказани математички модели вишекритеријумског одлучивања, са посебним освртом на модел вишекритеријумске анализе. Детаљно је описана процедура вишекритеријумске анализе, почев од дефинисања и структуре модела, преко алтернатива и критеријума, до атрибута и скала за мерење перформанси алтернатива. Такође су описане фази скале и скале за поређење по паровима.

Наслов четвртог поглавља је: *Методе вишекритеријумске анализе за избор материјала*. На почетку овог поглавља образложена је оправданост коришћења вишекритеријумске анализе за избор материјала. Потом је приказан детаљан преглед и анализа досадашњих истраживања у овој области. На основу анализе, дефинисане су недовољно истражене области и тема докторске дисертације. Након тога су детаљно описане методе вишекритеријумске анализе које су коришћене у дисертацији - *Проширена TOPSIS*, *Проширена WASPAS* и *Свеобухватна VIKOR* метода. Потом је описана коришћена методологија одређивања тежинских коефицијената критеријума. На крају је описан поступак одређивања збирног ранга алтернатива код сложених проблема избора материјала.

У петом поглављу (*Биоматеријали*), најпре је приказан историјски аспект и значај развоја биоматеријала. Потом су

наведене дефиниције, класификација и примена биоматеријала. Описана су неопходна својства биоматеријала, са свим специфичностима које их прате. У оквиру овог поглавља детаљно су описане три класе металних биоматеријала: нерђајући челици, титан и његове легуре и суперлегури кобалта.

У шестом поглављу (*Избор биоматеријала применом метода вишекритеријумске анализе*) приказан је процес избора биоматеријала помоћу развијене методологије (описане у четвртм поглављу), за следеће студије случаја: (1) плочица за фиксацију прелома кости, (2) тело ендопротезе кука и (3) феморална компонента ендопротезе колена. Изведена је иницијална селекција биоматеријала и формирана листа потенцијалних кандидата. Након тога, за све три студије случаја, су приказани резултати рангирања материјала, добијени помоћу *Проширене TOPSIS*, *Проширене WASPAS* и *Свеобухватне VIKOR* методе. За сваки случај понаособ, упоређени су резултати рангирања. Изведена је анализа и дискусија добијених резултата а затим предложени најпогоднији биоматеријали.

У седмом поглављу (*Развој система за подршку одлучивању*) најпре су наведени и објашњени основни појмови везани за системе за подршку одлучивању. Потом је детаљно описан развијени систем за подршку одлучивању – *MCDM Solver*, начин коришћења и могућност примене. Приказан је општи алгоритам, затим алгоритми за одређивање субјективних и објективних тежинских коефицијената критеријума, те алгоритми за *Проширену TOPSIS*, *Проширену WASPAS* и *Свеобухватну VIKOR* методу. На крају је изведена верификација развијеног *MCDM Solver*-а, на студијама случајева код којих су сва неопходна срачунавања изведена поступно и без помоћи система за подршку одлучивању (што је описано у шестом поглављу).

У осмом поглављу наведени су закључци до којих је аутор дошао у току рада на изради дисертације и правци даљих истраживања.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације

Кандидат је успешно остварио постављене циљеве из пријаве докторске дисертације. Најпре је развијен методолошки оквир, који се може користити за избор биоматеријала са свим специфичностима. Прецизније, поред две постојеће методе, развијена је Свеобухватна WASPAS метода, тако да се може користити за проблеме вишекритеријумске анализе са циљаним критеријумима. Поред тога, развијена је методологија одређивања тежинских коефицијената критеријума (на бази методе стандардне девијације и MDL методе), која је општег карактера и уведен појам степена сигурности доносиоца одлуке у значајност критеријума. На тај начин се увек могу одредити тежински коефицијенти критеријума, са већом поузданошћу.

Један од циљева, који је остварен, огледа се у анализи избора биоматеријала, на основу постојећих података у литератури о комерцијално доступним биоматеријалима, за три најчешће коришћена ортопедска имплантата: (1) плочица за унутрашњу фиксацију прелома кости, (2) тело ендопротезе кука и (3) феморални део ендопротезе колена. Том приликом направљена је база података о металним биоматеријалима, тако да се они могу рангирати применом метода вишекритеријумске анализе.

Развијен је “on-line” систем за подршку одлучивању - *MCDM Solver*. Претходне три студије случајева избора биоматеријала решене су и уз помоћ развијеног система за подршку одлучивању, те на тај начин изведена његова провера и валидација. Развијени *MCDM Solver* има општи карактер - његова примена није ограничена само на избор материјала, већ се може користити за све проблеме вишекритеријумске анализе.

Поред поменутих основних циљева, ова докторска дисертација имала је за циљ и подстицање истраживања у области биоматеријала, као и примену савремених информационих технологија у области инжењерства материјала, што је у овом случају свакако постигнуто.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације

Тема докторске дисертације је изузетно значајна и актуелна, како у научном тако и у практичном погледу. Део резултата из истраживања у оквиру докторске дисертације је већ верификован кроз публикување у међународним часописима и презентовање на међународним конференцијама. Поднета докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни и стручни допринос, те као најзначајније резултате треба нагласити:

- Развијен је методолошки оквир, који се може користити за избор биоматеријала са свим пратећим специфичностима.
- Развијена је *Свеобухватна WASPAS метода*, која се може користити за проблеме вишекритеријумске анализе са циљаним критеријумима.
- Развијена је методологија за поуздано и тачно одређивање тежинских коефицијената критеријума.
- Детаљно су приказане три студије случаја избора биоматеријала, који се најчешће користе за лечење и замену чврстих ткива.
- Развијен је “on-line” систем за подршку одлучивању- *MCDM Solver*, у коме корисник учитава своју базу података.
- *MCDM Solver* има флексибилну и лако надоградиву архитектуру, тако да омогућује укључивање нових модела до којих се буде дошло у будућности.
- Развијени систем за подршку одлучивању је општег карактера - може се користити за све проблеме вишекритеријумске анализе.

Оцена самосталности научног рада кандидата

На основу познавања рада кандидата чланови Комисије констатују да је Душан Петковић показао висак ниво самосталности, креативности и систематичности у истраживачком раду. Кандидат је показао способност анализе литературе, научних сазнања и експерименталних резултата из истраживачке области, уз оригиналност у креирању и исказивању својих научно-истраживачких резултата. Показао је да поседује потребна мултидисциплинарана знања и способност њихове синтезе током израде докторске дисертације.

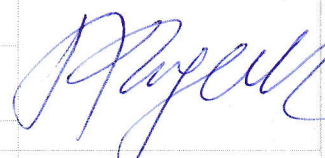




ЗАКЉУЧАК

На основу анализе достављене докторске дисертације и увида у публиковане научне радове кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације сагласни су да поднета докторска дисертација у потпуности одговара теми, која је одобрена од стране Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу и Научно-стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу и представља оригинални и вредни научни допринос у области избора материјала, биоматеријала и примене метода вишекритеријумске анализе.

Имајући у виду све претходно наведене чињенице, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу и Научно-стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, да докторску дисертацију Душана Петковића, дипл. инж. маш., под називом:

„ИЗБОР БИОМАТЕРИЈАЛА – Вишекритеријумска анализа и развој система за подршку одлучивању“
прихвати и позове кандидата на усмену одбрану.

КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије	8/20-01-007/16-020		
Датум именовања Комисије	26. 10. 2016. године		
Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Горан Раденковић, ванредни професор	председник, ментор	
	Производни системи и технологије <small>(Научна област)</small>	Машински факултет Универзитета у Нишу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
2.	др Мирослав Трајановић, редовни професор	члан	
	Производни системи и технологије <small>(Научна област)</small>	Машински факултет Универзитета у Нишу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
3.	др Фатима Живић, научни сарадник	члан	
	Производно машинство и индустријски инжењеринг <small>(Научна област)</small>	Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
4.	др Милорад Митковић, редовни професор и дописни члан САНУ	члан	
	Хирургија са ратном хирургијом – ортопедија и трауматологија <small>(Научна област)</small>	Медицински факултет Универзитета у Нишу Српска академија наука и уметности <small>(Установа у којој је запослен)</small>	
5.	др Мирослав Радовановић, редовни професор	члан	
	Производни системи и технологије <small>(Научна област)</small>	Машински факултет Универзитета у Нишу <small>(Установа у којој је запослен)</small>	

Датум и место:

06. 12. 2016., у Нишу и Крагујевцу