

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име Ал Ријебат, Мизал, Мохаммед  
Датум и место рођења 01-07-1964, Бабил, Ирак

#### Основне студије

Универзитет Академија за ваздухопловство и против ваздушну одбрану, Сарајево  
Факултет Машински одсек  
Студијски програм Ваздухопловно машинство  
Звање Машински инжењер  
Година уписа 1983.  
Година завршетка 1986.  
Просечна оцена 7.88

#### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Београду  
Факултет Машински факултет  
Студијски програм Аерокосмотехника  
Звање Дипломирани инжењер машинства  
Година уписа 1986.  
Година завршетка 1988.  
Просечна оцена 7,37  
Научна област Аерокосмотехника  
Наслов завршног рада Прорачун структура летелица

#### Докторске студије

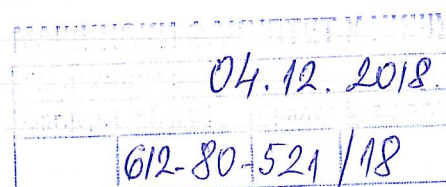
Универзитет Универзитет у Нишу  
Факултет Машински факултет  
Студијски програм Машинско инжењерство  
Година уписа 2013  
Остварен број ЕСПБ бодова 120  
Просечна оцена 9.56

### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Параметарски модели имплантата типа плочице намењених раменој кости  
Име и презиме ментора, звање др Миодраг Манић, редовни професор  
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације Одлука број 8/20-01-002/18-017, датум: 19.02.2018. год.

### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 123  
Број поглавља 6  
Број слика (шема, графикона) 62  
Број табела 11  
Број прилога 1



**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><b>Rashid M, Husain, K., Vitković, N, Manić, M., Trajanović, M., Mitković, M B., Mitković, M M., Geometrical Model Creation Methods for Human Humerus Bone and Modified Cloverleaf Plate, Jornal of Scientific &amp; Industrial Research, Vol. 76., October 2017., pp. 631-639.</b></p> <p><i>Методe презентирaне у овом рaду омогућавају креирање модела површине костију хумеруса и параметричких геометријских модела cloverleaf плоча. Главна предност примене ових метода је могућност стварања геометријских модела имплантата прилагођених за одређеног пацијента. То значи да се облик, геометрија и топологија геометријског модела имплантата прилагођавају хумерусу пацијента. Ниво подешавања се може контролисати тако да хирург може направити додатне корекције у геометријском моделу плоче ако постоји такав захтев (нпр. због стања пацијента). Површински модел хумеруса и параметарски модел модификоване плоче могу се користити за: израду модела костију и плоча помоћу конвенционалних или адитивних технологија, креирање прелиминарне анализе методом коначних елемената, преоперативно планирање у ортопедији и друге могуће апликације у медицини и инжењерству. Резултати приказани у овом истраживању о геометријској и анатомској тачности модела рамене кости и параметарског модела плочице су више него задовољавајући.</i></p>	M23
2	<p><b>Nikola Vitkovic, Mohammed Rashid, Miroslav Trajanovic, Miodrag Manic, Jelena Milovanovic, Dragan Mistic, Stojanka Arsic, Model-Based System for the creation and application of modified cloverleaf plate fixator, Proceedings of the ICIST 2015, 5th International Conference on Information Society and Technology, Kopaonik, Serbia, pp. 22-26</b></p> <p><i>У овом раду је дат опис нове методе за модификацију фиксатора типа плочице. Такође, моделиран је систем за креирање и употребу плочице (енг. cloverleaf plate) употребом техника "Model-Based System Engineering (MBSE)". На овај начин у потпуности је реализован процес медицинског третмана пацијента употребом персонализованих фиксационих плочица, са могућношћу израде испих одговарајућим производним технологијама.</i></p>	M33
3	<p><b>Rashid, M., Husain, K., Vitković, N., Manić, M., Trajanović, M., Milovanović, J., Radović, Lj., Reverse Modeling of Human Humerus by The Method of Anatomical Features (MAF), Proceedings of the 8th International Working Conference Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches, 1st-5th June, 2015 Belgrade, pp 197. - 202.</b></p> <p><i>У раду је изложена детаљна метода анатомских ентитета на примеру реверзног моделирања кости надлактице са посебним фокусом на проверу степена конгруенције геометрије NURBS модела и мозаичким моделом добијеног полигонализацијом облака тачака CT скена. Резултати упоређења показују врло висок степен поклапања геометрије ова два модела, а које се у контексту ортопедско-хируршких граница дозвољених одступања чак сматра „потпуним“.</i></p>	M33
4	<p><b>Mohammed Rashid, Karim Husain, Nikola Vitković, Miodrag Manić, Slađana Petrović, Towards patient specific plate implants for the human long bones: a distal humerus example, Facta Universitatis-Series Mechanical Engineering, DOI Number 10.22190/FUME170612027R .</b></p> <p><i>Фрактуре дисталног хумеруса су изузетно честе у клиничкој пракси, и директно утичу на правилно функционисање лакта руке. Хируршке интервенције којима се врши репозиција и фиксација лакта су изузетно честе и захтевају изузетну тачност у позиционирању и фиксацији фрагмената костију. У циљу фиксације кости лакта користе се плочасти фиксатори. Ради унапређења процеса уграђења плочастих имплантата у овом раду је приказана метода којом је развијен параметарски модел плочастих имплантата дисталног хумеруса, а који омогућава креирање персонализованог имплантата на основу параметара очитаних са медицинских снимака. Овако креиран параметарски модел омогућава брзо креирање персонализованих имплантата који геометријски и морфолошки одговарају пацијенту, чиме се смањује време потребно за припрему и извршење хируршке интервенције.</i></p>	M24
5	<p><b>Karim Husain, Mohammed Rashid, Nikola Vitković, Jelena Mitić, Jelena Milovanović, Miloš Stojković, Geometrical models of mandible fracture and plate implant, Facta Universitatis-Series Mechanical Engineering, DOI Number 10.22190/FUME170710028H .</b></p> <p><i>У овом раду приказане су методе које омогућавају креирање геометријски прецизних и анатомски коректних модела мандибуле и имплантата. Приказане методе представљају екстензију методе анатомских ентитета (енг. Method of Anatomical Features - MAF) која је у претходном истраживању примењена на дуге кости човека. Примењени метод омогућава претходно прилагођавање облика и геометрије мандибуларног имплантата одређеном пацијенту, чиме се смањује време потребно за извршење хируршке интервенције, и тиме значајно утиче на унапређење зраченог стања пацијента.</i></p>	M24
6	<p><b>Jelena Mitić, Nikola Vitković, Miodrag Manić, Slađana Petrović, Mohammed Rashid, Miroslav Trajanović, Primena metoda veštačke inteligencije za rekonstrukciju geometrijskog modela tela donje vilice čoveka, IMK-14 – Istraživanje i razvoj u teškoj mašingradnji 24(2018)2, pp. 59.- 62.</b></p> <p><i>Personalizovana medicina teži da se medicinski tretman prilagodi svakom pacijentu. Tretman fraktura kostiju je najbolji ukoliko se koriste personalizovani implantati. Za njihovo projektovanje neophodno je postojanje parametarskih 3D modela kostiju koje su prilagođene konkretnom pacijentu. U radu je najpre metodom anatomskih entiteta, uz primenu višestruke regresije, kreiran 3D parametarski model tela donje vilice čoveka, definisan kao model tačaka. Uspostavljene su</i></p>	M51



matematičke relacije između specifičnih parametara, očitanih sa medicinskih slika i anatomskih orijentira (koordinata tačaka). Radi dobijanja veće tačnosti u predikcij parametara u ovom radu se prikazuje primena metode veštačke inteligencije - neuronskih mreža za kreiranje parametariskog 3D modela donje vilice čoveka. Geometrijska tačnost kreiranih parametariskih modela testirana je primenom analize devijacije u CAD softveru CATIA. Analiza devijacije izvršena je između inicijalnog i rezultujućeg modela. Rezultati analize su i više nego zadovoljavajući.

**НАПОМЕНА:** уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

### ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

ДА

Кандидат Ал Ријебат, Мизал, Мохаммед је 27.10.2017. године поднео захтев за одобрење теме докторске дисертације Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу под радним насловом „Параметарски модели имплантата типа плочице за рамену кост човека“, из уже научне области производно-информационе технологије.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу на седници одржаној 19.01.2018. год., а на основу Извештаја Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације број. 612-80-14/2018, одлуком бр. 612-95-6/2018 усвојило је предложену тему докторске дисертације и предложило др Миодрага Манића, редовног професора Машинског факултета у Нишу, за ментора.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу је на седници одржаној 19.02.2018. год. Одлуком број 8/20-01-002/18-017 дало сагласност на Одлуку о усвајању теме докторске дисертације и именovalo др Миодрага Манића, редовног професора Машинског факултета у Нишу, за ментора за израду поменуто докторске дисертације.

Кандидат Ал Ријебат, Мизал, Мохаммед је 20.09.2018. год. предао писани текст докторске дисертације Машинском факултету у Нишу и поднео захтев (број 612-80-320/2018) за одређивање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Ниш на седници одржаној 14.11.2018. год. одлуком бр. 8/20-01-009/18-024 именovalo Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације на Машинском факултету у Нишу кандидата Ал Ријебат, Мизал, Мохаммеда, под називом “ Параметарски модели имплантата типа плочице намењених раменој кости “, у саставу: др Милорад Митковић, Редовни члан САНУ редовни професор Медицинског факултета у Нишу, др Миодраг Манић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Горан Девеџић, редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, др Милош Стојковић, ванредни професор Машинског факултета у Нишу и др Никола Витковић, доцент Машинског факултета у Нишу. Кандидат је потписани аутор једног рада објављеног у часопису са СЦИ листе, као и првопотписани аутор једног рада прихваћеног за објављивање у часопису који издаје Универзитет у Нишу, из уже научне области којој припада тема докторске дисертације.

На основу претходно наведеног, кандидат Ал Ријебат, Мизал, Мохаммед, дипл. маш. инж. испуњава услове за одбрану докторске дисертације, предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу и Статутом Машинског факултета у Нишу.

### ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација је писана на енглеском језику, састоји се из 7 поглавља и одговарајућих прилога: пописа слика и табела, коришћене литературе (114 цитираних библиографских јединица), прилога и кратке биографије аутора. Форма и садржај рада у потпуности испуњавају постојеће стандарде за докторске дисертације.

Наслови поглавља су следећи: *Увод, Преглед стања истраживања, Производња персонализованих коштанних имплантата, Креирање геометријских модела рамене кости и персонализованих имплантата типа плочице, Креирање кориснички дефинисаних форми за персонализоване имплантате типа плочице, Технокономска анализа производње изабраног имплантата типа cloverleaf, и Закључак.*

Истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације обухватају следеће.

У *Првом, уводном, поглављу* најпре је објашњено и приказано шта ће бити предмет истраживања и наведени циљеви истраживања у оквиру дисертације.

У *другом поглављу* је преглед стања истраживања у области дисертације. Савремена истраживања су конципирана и анализирана кроз пет целина: Геометријско моделирање костију, Фрактуре дугих костију, Третмани фрактура костију, Имплантати типа плочица, и Биоматеријали.

*Треће поглавље* описује технологије производње металних имплантата. Даје се генерални приказ технологија и посебно се приказују и анализирају технологије за израду персонализованих имплантата. Приказују се и анализирају критеријуми за техно-економску евалуацију изабраних технолошких процеса.

У *четвртом поглављу* се даје детаљан приказ геометријског моделирања дугих костију човека, са посебним аспектом на раменој кости (human humerus). Анализирана је геометрија хумеруса, референтни геометријски ентитети хумеруса, површински модел и критеријуми за оцену тачности модела. Дат је сопствени начин за креирање геометријског модела имплантата типа плочице за дистални део хумеруса.

*Пето поглавље* приказује методологију и технике за креирање кориснички дефинисаних форми за израду параметарских 3Д модела персонализованих имплантата типа плочице. Описује се примена развијене

методологије, и имплементација метода параметарски дефинисаних корисничких форми.

*Шесто поглавље* детаљно описује техно економску анализу производењ имплантата дизајнираних развијеном методологијом. У фокусу мултикритеријумске анализе су персонализовани имплантати. Даје се технолошки приказ производње персонализованих имплантат и приказује пример израде развијеног имплантата 3Д штампом. У закључку су наглашени резултати до којих је аутор дошао у току истраживања, као и смернице за даља истраживања и унапређење система за пројектовање, анализу и производњу параметарских персонализованих имплантата типа плочице.

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (*до 200 речи*)

Истраживањима у оквиру докторске дисертације, кандидат мр Ал Ријабат Мизал Мохаммед, дипл. маш. инж. је остварио у потпуности циљеве постављене у пријави.

Основни циљ истраживања био је развој нове методе и технике за израду параметарског 3Д модела персонализованих имплантата типа плочице за лечење фрактура рамене кости човека. Најпре је извршена анализа метода за добијање 3Д геометријских модела костију на основу медицинских снимака. Као основа за креирање 3Д модела рамене кости коришћена је МАФ метода (енг. Method of Anatomical Features - MAF) развијена на Машинском факултету у Нишу, за израду 3Д модела костију методама реверзног инжењеринга. Ова метода је прилагођена у усавршена за примену код рамене кости човека, додавањем процедура за апроксимацију одређених површина карактеристичних за ту кост. Анализом врсте и учесталост прелома на раменој кости човека извршено је моделирање најчешћих фрактура. Развијена је методе за генерисање параметарских 3Д геометријских модела персонализованих имплантата типа плочице за изабране фрактуре, чија унутрашња површина у потпуности прати површину кости. За те врсте плочица развијена је методологија за параметарско креирање помоћу унапред дефинисаних техничких елемената (енгл. User Defined Feature - UDF). Развијен је адекватан геометријски модел, који је проширен и моделом базе података и знања о препорукама за одабир технологије израде. Овом методом брзо и лако се добија параметарски 3Д модел персонализоване плочице, чак и у случајевима непотпуних медицинских снимака. Метода омогућава и унос посебних захтева, знања и препорука ортопеда и тиме, поред аутоматизованости, омогућава и флексибилност и прилагодљивост пацијенту.

Коришћењем ове методе за реалне снимке фрактура је, као експеримент, пројектована је персонализована плочица, извршена њена техно-економска анализа. Плочица је и произведена 3Д штампом, као најповољнијом теخنологијом за ову намену, и приказана на моделу рамене кости.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (*до 200 речи*)

Тема истраживања докторске дисертације је доста значајна и та са аспекта изузетног раста биомедицинског инжењеринга, као и метода и техника за пројектовање, анализу и производњу персонализованих имплантата.

Основни научни доприноси се огледају у следећем.

- Извршено је унапређење Методе Анатомских Ентитета (енг. Method of Anatomical Features - MAF), за креирање геометријских модела рамене кости човека, код потпуних и непотпуних улазних података – снимака
- На основу развијених модела креирани су параметарски модели прелома рамене кости човека према класификацији фрактура (АО/ОТА Fracture and Dislocation Classification)
- За изабране фрактуре развијена је методологија и техника за креирање параметарских 3Д модела персонализованих имплантата типа плочице
- Формирана је база знања која садржи моделе фрактура рамене кости, као и параметарске моделе имплантата типа плочица.
- За аутоматизовано креирање персонализованих имплантата типа плочице за одређене делове и фрактуре рамене кости човека развијене су кориснички дефинисание форме (User Defined Feature - UDF)
- Конципирано је и креирано графичко програмско окружење за рад аутоматизованог система у изабраном CAD окружењу.
- Дефинисани су критеријума за избор технологија за израду персонализованих имплантата типа плочице.
- Систем је успешно тестиран на примеру персонализованог имплантата типа плочице, који је пројектован и израђен адитивним технологијама.
- Развијена методологија може да се примени и за остале дуге кости човека
- 

Оцена самосталности научног рада кандидата (*до 100 речи*)

Кандидат је показао висок ниво самосталности, систематичности и креативности код решавања одређених задатака. Кандидат је приказао свеобухватну и квалитетну анализу постојеће научне литературе из области теме докторске дисертације. Посебно се истиче мултисциплинарност примењених знања, њихово моделирање и синтеза у оквиру дисертације.

Истраживањима у оквиру дисертације кандидат је показао да поседује и успешно користи знања из биомедицинског инжењеринга, области моделирања персонализованих производа и процеса, анализе технолоичности и израде имплантата.



**ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)**

На основу прегледа поднете верзије докторске дисертације и увидом у објављене научне радове кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације закључују следеће:




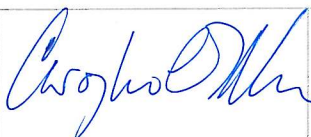

- Поднети рад у потпуности одговара теми докторске дисертације прихваћеној од стране Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу и Научно-стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу.
- Докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни и стручни допринос у области биомедицинског инжењеринга
- Научни допринос и оригиналност дисертације показани су објављивањем већег броја радова у међународним часописима и на међународним конференцијама.
- Докторска дисертација је адекватно конципирана и технички квалитетно урађена.
- Резултати истраживања имају задовољавајућу тачност и висок степен општости, тако да се развијени концепт параметарског моделирања имплантата типа плочице за рамену кост може применити и на друге кости
- Кандидат поседује теоријска и практична знања из више области потребних за решавање комплексних проблема из биомедицинског инжењеринга, успешно примењује научне методе и поступке и добро је упознат са досадашњим научним достигнућима.

Имајући у виду напред наведено, Комисија сматра да поднета дисертација представља оригиналан и вредан допринос развоју ове научне области, и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу и Научно-стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу, да рад кандидата мр Ал Ријебат, Мизал, Мохаммеда, дипломираног инжењера машинства, под називом:

**„ ПАРАМЕТАРСКИ МОДЕЛИ ИМПЛАНТАТА ТИПА ПЛОЧИЦЕ НАМЕЊЕНИХ РАМЕНОЈ КОСТИ “**

прихвати као докторску дисертацију, и да кандидата позове на усмену јавну одбрану.

**КОМИСИЈА**

Број одлуке НСВ о именовану Комисије	8/20-01-009/18-024		
Датум именовања Комисије	14.11.2018. год.		
Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Милорад Митковић, Редовни члан САНУ, редовни професор,	председник	
	Хирургија са ратном хирургијом - ортопедија (Научна област)	Медицински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Миодраг Манић, редовни професор	ментор, члан	
	Производни системи и технологије (Научна област)	Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Горан Девеџић, редовни професор	члан	
	Производно машинство, Индустијски инжењеринг (Научна област)	Факултет инжењерских наука Крагујевац (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Милош Стојковић, ванредни професор	члан	
	Производни системи и технологије (Научна област)	Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	Др, Никола Витковић, доцент	члан	
	Производни системи и технологије (Научна област)	Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

...30.11.2018. год., Ниш, Крагујевац,