

Образац 2.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

968/4

(Број захтева)

28.06.2018.године

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

СЛАВКА (НИКОЛА) РАКИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **СЛАВКО (НИКОЛА) РАКИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

МЕТОДОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА ПОГОНСКИХ АГРЕГАТА СПЕЦИЈАЛНИХ ВОЈНИХ ВОЗИЛА

Универзитет је дана 14.10.2013. год. својим актом под бр. 61206-4431/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

МЕТОДОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА ПОГОНСКИХ АГРЕГАТА СПЕЦИЈАЛНИХ ВОЈНИХ ВОЗИЛА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **СЛАВКА (НИКОЛА) РАКИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 26.04.2018. године, одлуком факултета под бр. 968/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Угљеша Бугарић	Ред. проф.	Индустријско инжењерство	Машински факултет Београд
2. Др Весна Спасојевић-Бркић	Ред. проф.	Индустријско инжењерство	Машински факултет Београд
3. Др Душан Петровић	Ред. проф.	Индустријско инжењерство	Машински факултет Београд
4. Др Драган Александрић	Ред. проф.	Моторна возила	Машински факултет Београд
5. Др Предраг Јованчић	Ред. проф.	Рударско инжењерство	РГФ Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 28.06.2018. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Радивоје Митровић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.

3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 968/4
Датум: 28.06.2018. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 32. Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању („Службени гласник РС“ број 44/2010) и члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и реферата Комисије у саставу: др Угљеша Бугарић, ред. проф., ментор, др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф., др Душан Петровић, ред. проф., др Драган Александрић, ред. проф. и др Предраг Јованчић, ред. проф., РГФ Београд, о оцени докторске дисертације „Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила“ докторанда мр Славка Ракића, дипл. инж. маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 28.06.2018. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„МЕТОДОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА ПОГОНСКИХ АГРЕГАТА СПЕЦИЈАЛНИХ ВОЈНИХ ВОЗИЛА“** докторанда **мр СЛАВКА РАКИЋА**, дипл. инж. маш.

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Славка Н. Ракића, дипл. инж. маш.

Одлуком број 968/2 од 26.04.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Славка Н. Ракића, дипл. инж. маш. под називом:

МЕТОДОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА ПОГОНСКИХ АГРЕГАТА СПЕЦИЈАЛНИХ ВОЈНИХ ВОЗИЛА

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Славко Н. Ракић, дипл. инж. маш. је 24.05.2006. године на Машинском факултету Универзитета у Београду, одбранио магистарску тезу „Истраживање радног процеса у клипноротијалној дистрибутор пумпи високог притиска за убризгавање горива код дизел мотора“ и тиме стекао звање магистра техничких наука – машинство, ужа научна област Мотори СУС. Ментор при изради магистарске тезе био му је др Милош Цветић дипл. инж. маш, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду.

Кандидат мр Славко Н. Ракић, дипл. инж. маш. је 09.05.2013. године Већу за докторске студије Машинског факултета Универзитета у Београду поднео захтев за израду докторске дисертације са предлогом теме, захтев број 991/1. По добијању сагласности Катедре за Индустијско инжењерство Машинског факултета Универзитета у Београду, број 991/2 од 19.06.2013. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је Одлуку број 991/3 од 27.06.2013. године којом именује Комисију за подношење извештаја о прихватању теме у саставу:

- др Угљеша Бугарић, ред. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Весна Спасојевић-Бркић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Душан Петровић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Драган Александрић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Предраг Јованчић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Рударско геолошки факултет

На основу извештаја Комисије бр. 991/4 од 12.09.2013. године и одлуке ННВ бр. 991/5 од 19.09.2013. године, поднет је захтев Машинског факултета Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, које је на седници одржаној 14.10.2013. године донело Одлуку бр. 61206-4431/2-13, да се мр Славку Н. Ракићу, дипл. инж. маш., даје сагласност на предлог теме докторске дисертације „Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила“, а под менторством проф. др Угљеше Бугарића.

На основу обавештења проф. др Угљеше Бугарића, ментора, да је мр Славко Н. Ракић завршио докторску дисертацију, као и предлога Катедре за Индустијско инжењерство бр. 968/1 од 17.04.2018. године, Наставно-научно веће Машинског факултета донело је Одлуку број 968/2 од 26.04.2018, године о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Угљеша Бугарић, ред. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Душан Петровић, ред. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Драган Александрић, ред. проф., Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Предраг Јованчић, ред. проф., Универзитет у Београду, Рударско геолошки факултет

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација мр Славка Н. Ракића, под називом „Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила“, припада области техничких наука – машинство, ужа научна област индустријско инжењерство, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

Израдом докторске дисертације руководио је др Угљеша Бугарић, редовни професор из предмета везаних за методе оптимизације и одржавање техничких система и шеф Катедре за Индустијско инжењерство Машинског факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ракић Николе Славко, рођен је 31.01.1976. године у Бихаћу, СР Босна и Херцеговина. Основну школу „Здравко Челар“ завршио је у Босанском Петровцу са одличним успехом. Средњу машинску школу „Радивој Родић“ завршио је у Босанском Петровцу са одличним успехом.

Војнотехничку Академију Војске Југославије, смер Мотори и моторна возила, студирао је у периоду од 1995. до 2000. године. Просечна оцена у току студија била је 8.59. Дипломски рад на тему „Оптимизација пнеуматика теренског моторног возила формуле бхб теренске носивости 30 kN са аспекта проходности и економичности“ одбранио је 2000. године са оценом 10 (десет). Последипломске студије на Машинском факултету у Београду, смер мотори СУС, уписао је 2001/2002. године. Магистарску тезу под називом „Истраживање радног процеса у клипноротијалној дистрибутор пумпи високог притиска за убризгавање горива код дизел мотора“, одбранио је 24.05.2006. године.

У активној војној служби је од 30.09.2000. године. Од 2000. до 2005. године радио је на Војнотехничкој академији, на месту начелника класе студената и уједно асистент на катедри Мотора и моторних возила из предмета "Мотори СУС". Од 2006. до 2010. године радио је као наставник сарадник на катедри Мотора и моторних возила Војне академије, где је реализовао наставу студентима Војне академије из предмета "Мотори и моторна возила", "Борбена возила" и вежбе из предмета "Мотори СУС".

Од јула 2010. године до данас ради у Министарству одбране Сектор за материјалне ресурсе Управа за одбрамбене технологије на месту референта за борбена возила Војске Србије.

На радном месту укључен је у пројекат освајања генералног ремонта тенка М-84, сертификање домаћих произвођача за производњу резервних делова за борбена возила на коришћењу у Војсци Србије, писање стандарда у области оптимизације животног циклуса средстава наоружања и војне опреме и др.

Објавио је неколико радова који су публиковани у стручним часописима или су презентовани на међународним конференцијама.

Активно се служи рачунаром (напредно коришћење: софтверских пакета: AutoCad, Matlab, Pro engineer, Corel Draw. Има сертификат ECDL), Енглески језик течно чита, говори и пише (има сертификат STANAG 6001) док се Немачким језиком се служи на средњем нивоу. Такође има завршен дидактичко-методички курс за оспособљавање наставника.

Ожењен је, има двоје деце, живи у Београду.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација мр Славка Н. Ракића, дипл. инж. маш. под називом „Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила“, написана је на српском језику, ћириличним писмом. Докторска дисертација има 267 стране формата А4, 61 слика, 26 табела, 64 нумерисана израза и списак литературе на 6 страна.

Дисертација се састоји од следећих поглавља:

1. Увод;
2. Значај истраживања и осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате;
3. Познате методологије одржавања;
4. Концепције одржавања;
5. Дијагностика стања техничких система;
6. Системско инжењерство;
7. Специфичности погонских агрегата специјалних војних возила;
8. Методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничког система;
9. Методологија за ревизију постојеће концепције одржавања склопова и подсистема погонских агрегата специјалних војних возила;
10. Неопходни услови за примену нове методологије;
11. Процена ефеката нове методологије;
12. Могућности за ширу употребу нове методологије;
13. Закључак;
14. Литература.

Осим наведеног, дисертација садржи проширени резиме на српском и енглеском језику, садржај, номенклатуру, биографију аутора, као и прилоге: изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном делу дисертације детаљно је описан проблем и предмет истраживања и циљеви истраживања. Такође су наведене хипотезе и коришћене методе истраживања.

У другом поглављу дат је преглед релевантних библиографских извора и остварених резултата у предметној области истраживања. Анализирани су и укратко представљени резултати седам релевантних радова са критичким освртом.

У трећем поглављу детаљно су описане познате методологије одржавања као што су Одржавање према поузданости (Reliability Centered Maintenance - RCM), Тотално продуктивно одржавање и Одржавање према раду, док су у четвртом поглављу описане концепције одржавања.

Обзиром да се реализација квалитетног поступка одржавања према стању техничког система не може замислити без примене дијагностике (праћења) техничког стања, којом се стање констатује и потпуно дефинише, у петом поглављу детаљније је описана дијагностика техничког система односно возила са становишта могућности примене појединих облика и метода дијагностике код погонских агрегата специјалних војних возила.

Успешно планирање, пројектовање и реализација великих сложених система захтева системски прилаз, те је из тих разлога у оквиру шестом поглавља системском инжењерству посвећена посебна пажња као научној области чији принципи су узети у обзир и код дефинисања методологије одржавања погонских агрегата специјалних војних возила. Акценат је дат на примени системског инжењеринга код пројектовања техничког система, што подразумева укључење и већег броја захтеваних пројектних параметара код пројектовања техничког система из области анализе логистичке подршке са тежиштем на стварању услова за постизање погодног одржавања техничког система, како би се по развоју и увођењу у оперативну употребу техничког система омогућило и ефективно и ефикасно одржавање захтеване поузданости и расположивости.

У седмом поглављу су дате специфичности погонских агрегата специјалних војних возила, у делу који се односи на њихову употребу и одржавање. Један од основних проблема који прате унапређење система одржавања је непостојање уређеног система за прикупљање података о понашању техничких система у експлоатацији па самим тим и довољан број статистичких података о отказима. Анализирајући статистичку недовољност и непрецизност података о одржавању и отказима који постоје у евиденцији, констатовано је да се због тога мора још више узети у обзир знање и искуство које поседују корисници и одржаваоци технички система на употреби у Копненој војсци.

У оквиру осмог поглавља дефинисана је оригинална методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничког система. Методологија се базира на методологији „Одржавање према поузданости (RCM)“ а резултати „Анализе логистичке подршке (LSA)“ се користе као улаз у алгоритам методологије за избор одговарајућих концепција одржавања појединих склопова и подсистема техничког система или усавршавања појединих склопова и подсистема за које није могуће дефинисати одговарајућу концепцију одржавања у складу са дефинисаним захтевима за расположивост и безбедност. Такође, код „Анализе начина и ефеката отказа (FMEA)“ која се ради у оквиру LSA, уводи се формирање матрице ризика отказа склопова и подсистема, дефинисане на основу последица отказа и квалитативног интензитета отказа, који имају највећи утицај на избор концепција одржавања.

Методологија захтева да се концепција одржавања склопова и подсистема и погодности за одржавање разматра још током фазе пројектовања и развоја техничког система тако да се пројектант суочава са знатно већим бројем захтеваних параметара него што је то раније био у случај а у циљу стварања одређених предуслова за ефективније и ефикасније одржавања предметних техничких система.

Разматрају се техничке карактеристике отказа, узимајући у обзир њихове последице и сходно томе анализира могућност примене одређених активности превентивног одржавања како би се исти превенирали. Све концепције одржавања се равноправно узимају као могућност за избор, под условом да задовољавају посебно дефинисане захтеве техничке изводљивости и ефективности односно да се обезбеди захтевана поузданост и расположивост техничког система.

Током фазе употребе техничког система, предвиђено је да се врши ажурирање анализе логистичке подршке и по потреби ревизија постојећих концепција одржавања појединих склопова и подсистема техничког система а након тога и редефинисање програмске шеме одржавања. Вишегодишња повратна веза и процес сталног побољшавања иницијалне програмске шеме одржавања током фазе употребе ствара добру основу за одрживост ефикасног система одржавања.

У деветом поглављу представљена је методологија ревизије постојеће концепције одржавања погонских агрегата специјалних војних возила у оквиру које је примењена методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничког система. Методологија ревизије концепција одржавања је примењена на подсистему за довод горива погонског агрегата, који се након Парето анализе показао као најкритичнијим јер је имао око 70% евидентираних отказа у посматраном периоду експлоатације, и покретном елементу погонског агрегата - клипњачи, чији је отказ проузроковао највећу штету на погонском агрегату. Код примене методологије ревизије полази се од резултата примене постојеће концепције одржавања, која се подвргава реверзној FMEA анализи, као и резултата других анализа у оквиру LSA за које се проценило да би њихови резултати позитивно допринели дефинисању одговарајућих концепција одржавања склопова подсистема за довод горива.

Након спроведених анализа у оквиру АЛП, извршен је избор концепција одржавања за делове и склопове подсистема за довод горива као и интервали за њихово извођење, након вишекритеријумске оптимизације уз претходно дефинисани услов да критеријум захтеване расположивости има коефицијент значајности 90% а критеријум економичности 10%.

Код примене методологије ревизије концепције одржавања код покретних елемената погонског агрегата, у оквиру „Анализе задатка одржавања (МТА)“ дефинисан је поступак за откривање узрока отказа клипњаче погонских агрегата специјалних војних возила, као специјалног догађаја и једног од иницијатора непланског одржавања.

У десетом поглављу описани су потребни услови за квалитетну примену нове методологије одржавања, а у једанаестом и дванаестом поглављу дисертације извршена је процена ефеката нове методологије одржавања и могућности за њену ширу употребу.

У тринаестом поглављу дисертације дат кратак опис садржаја дисертације по поглављима као и закључна разматрања са критичким освртом на остварене резултате спроведених истраживања. Дате су перспективе и смернице за даља истраживања у области одржавања подсистема и склопова специјалних војних возила, узимањем у обзир додатних утицајних параметара. Истакнут је научни допринос дисертације и примењивост резултата истраживања у реалним условима.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила“, даје савремен и оригиналан приступ дефинисању методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система и ревизију постојеће концепције одржавања погонских агрегата специјалних војних возила.

Тренутно у свету нема јединственог приступа избору концепција одржавања техничких система, коришћених како у оружаним снагама тако и у индустрији. У свету се ради или свеобухватни реинжењеринг одржавања или његова оптимизација, те се у тим процесима промена могу препознати различите методологије избора концепције одржавања. Ипак се може рећи да је од њих најпознатија методологија RCM (одржавање према поузданости).

Резултат употребе ове методологије, у различитим војним и привредним подручјима, јесте различита подела концепција одржавања и различитост критерија за њихов избор. То су

основни проблеми за које нема довољно јавно публикованих података, јер се методологије избора концепција одржавања задржавају у интерним оквирима. Оно што се публикује јесу ефекти који се постижу применом методологије RCM у смањењу трошкова одржавања, повећању сигурности у функционисању и одржавању захтеване поузданости у експлоатацији система, затим продужењу радног века система, стварању основа за израду компјутерског система за управљање одржавањем. Наведени ефекти се поклапају са савременим захтевима код приступа побољшању постојећег система одржавања и пројектовању новог система одржавања техничких система.

Код развоја и производње новијих техничких система намењених за употребу у оружаним снагама западних земаља, обавезна је примена стандарда из области логистичке подршке који захтевају да се у најранијој фази животног циклуса утиче да развијани систем, поред задовољавања основних захтеваних карактеристика буде и погодан за одржавање, тестирање, праћење његовог стања, и самим тим да се утиче на избор оптималне концепције одржавања. Захтева се тимски рад свих експерата, из области пројектовања, производње, коришћења, одржавања, који могу допринети да се добије технички систем захтеваних карактеристика и да је погодан за одржавање, како би се поузданост и расположивост техничких система одржала у захтеваним границама током његове употребе.

Оригиналност приступа ове дисертације, огледа се не само у оригиналном предлогу дефинисања методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система и ревизију постојеће концепције одржавања погонских агрегата специјалних војних возила, него и у коришћењу постојећих података о отказима погонских агрегата, а то значи да ће се имплементацијом предложених методологија проширити постојећа база података о отказима и на тај начин омогућити примена искустава из експлоатације при пројектовању нових генерација или реконструкцији погонских агрегата специјалних војних возила.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе која је коришћена приликом израде дисертације дат је у посебном поглављу. Литература обухвата укупно 66 референци, које су највећим делом научни и стручни радови објављени у водећим међународним часописима или фундаментални радови, затим следе докторске дисертације и књиге које се односе на концепције и методологије одржавања техничких система, методе оптимизације као и на важеће правилнике и стандарде, итд. Прегледом листе коришћених радова закључује се да је кандидат имао на располагању и проучио доступну референтну литературу. Она је послужила као полазна основа за формирање прегледа досадашњих истраживања и релевантан приказ тренутног стања у области.

Кандидат је коректно проучио и цитирао наведене изворе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Имајући у виду целину истраживања а ради достизања постављених циљева и верификације појединих хипотеза, истраживање је имало карактер теоријско-емпиријског поступка, при чему су се у реализацији комбиновале опште и посебне научне методе.

Од општих научних метода коришћене су емпиријске методе код прикупљања података о отказима погонских агрегата специјалних војних возила током њиховог коришћења и доласка до одређених научних сазнања на бази експертских анализа у предметној области одржавања погонских агрегата специјалних војних возила. На основу разматраних нумеричких података, коришћене су аналитичке и графичке методе код прорачуна параметара поузданости и расположивости погонских агрегата специјалних војних возила омогућујући на тај начин спознају квантитативних одлика истраживаних садржаја. Код анализе узрока отказа клипњаче

погонског агрегата као специјалног догађаја, коришћена је експериментална метода и метода моделирања напонског стања клипњаче погонског агрегата.

Посебне научне методе су коришћене ради потпуне спознаје предмета истраживања у појединим фазама истраживачког поступка, од прикупљања података, преко обраде па до закључивања. Од посебних метода коришћене су дефиниција и класификација, дедукција и индукција, анализа и синтеза, чијом комбинацијом је омогућена квалитетнија провера резултата, већа егзактност и већи степен сигурности у схватању и објашњавању спознају до којих се дошло у овом истраживању. Метода вишекритеријумског одлучивања (критеријум расположивости и економски критеријум), коришћена је код одређивања интервала примене изабраних концепција одржавања погонских агрегата специјалних војних возила.

3.4. Применљивост остварених резултата

Кандидат мр Славко Н. Ракић, дипл. инж. маш. је радом на докторској дисертацији остварио значајне научно-истраживачке резултате са трајном научном вредношћу и практичном применљивошћу у области одржавања техничких система, посебно специјалних војних возила.

Методологија за ревизију постојеће концепције одржавања погонских агрегата специјалних војних возила а самим тим и методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система је примењена и верификована на примеру ревизије одржавања дизел мотора V46-ТК, уграђеног у тенкове М-84А, односно његовог подсистема за довод горива користећи податке из експлоатације у периоду од осам година. Такође примена и верификација развијених методологија је приказана и на примеру отказа клипњаче (елеманта) као специјалног догађаја за који је дефинисан оригинални поступак за анализу узрока отказа.

Методологије могу да се примене код ревизије постојећег одржавања одређеног техничког система, било да се располаже са одређеним статистичким подацима о отказима током експлоатације или не, уз коришћење квалитативних искустава корисника и експертских знања одржавалаца као и код развијања нових техничких система.

Системи, у другим видовима војске, на које би се методологија могла применити би обухватили комплексне системе ратног ваздухопловства и против ваздушне одбране као и речне флоте. Због специфичности тих система методологија би се морала прилагођавати.

Већа примена би се могла остварити на индустријским системима, нарочито оним који су карактеристични по ремонтима, као што су жељезаре и термоелектране. У индустрији је често неадекватно основно одржавање, па би примена развијених методологија и поступака била иззетно корисна.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови Комисије сматрају да је кандидат показао да има смисао и знање неопходно да самостално препозна и систематски решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене методе теоријског, експерименталног, нумеричког и статистичког карактера, да користи расположиву литературу и да успешно влада савременим истраживачким методама.

Резултати докторске дисертације доказ су способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос ове дисертације је остварен у:

- дефинисању оригиналне методологије за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система. Кораци при избору концепција одржавања су јасно дефинисани одговарајућим оригиналним алгоритмом, што на крају резултује усаглашавањем интервала извођења изабраних концепција одржавања. У оквиру методологије по први пут је уведена LSA, чији се подаци користе као основа код избора одговарајућих концепција одржавања склопова и подсистема техничких система. Такође, код Анализе начина и ефеката отказа (FMEA) која се ради у оквиру LSA, уводи се формирање матрице ризика отказа склопова и подсистема, ради избора концепције одржавања, дефинисане на основу последица отказа и квалитативног интензитета отказа. Методологија је и квалитативна обзиром да уколико се не располаже са одређеним статистичким подацима о отказима система током експлоатације, њена примена је могућа коришћењем одређених квалитативних искустава корисника и експертских знања одржавалаца система;
- дефинисању оригиналне методологије за ревизију постојеће концепције одржавања погонских агрегата специјалних војних возила, на бази методологије за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система, са образложењем остварених позитивних ефеката применом методе вишекритеријумског одлучивања (критеријум расположивости и економски критеријум). У оквиру ове методологије је коришћена Парето анализа за одређивање критичних подсистема за које је потребно извршити ревизију постојеће концепције одржавања;
- дефинисању оригиналног поступка за анализу узрока отказа клипњаче као специјалног догађаја базираног на примени више нумеричких и експерименталних анализа и испитивања. Приказани поступак је примењив и на утврђивање узрока отказа осталих машинских елемената изложених променљивом динамичком оптерећењу.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, може се констатовати да су остварени резултати истраживања у дисертацији значајни и да су применљиви у пракси. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, може се закључити да су пружени одговори на сва релевантна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

Резултати истраживања су корак напред и воде ка унапређењу постојећих методологија и концепција одржавања погонских агрегата специјалних војних возила а самим тим и бољем начину за одређивање радних параметарата који обезбеђују максимално искоришћење ресурса склопова и подсистема уз остваривање захтеване расположивости и поузданости погонских агрегата специјалних војних возила.

Методологија за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система представља оригиналну надоградњу – проширење методологије RCM (методологија „Одржавање према поузданости“). У оквиру нове методологије користи се FMEA као једна од анализа која се врши у оквиру LSA, а која је проширена формирањем матрице ризика отказа склопова и подсистема на основу квалитативно дефинисаних последица и интензитета отказа.

На основу података из експлоатације погонских агрегата специјалних војних возила, применом Парето анализе одређују се критични подсистеми (чији је интензитет отказа највећи и чијим се исправним знатно побољшава поузданост система) за које је потребно урадити

ревизију постојеће концепције одржавања применом методологије за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система. Оправданост избора нове концепције одржавања критичног подсистема се потврђује применом методе вишекритеријумског одлучивања. Посебно је анализиран и случај отказа елемента који је изазвао катастрофалне последице, за који је развијен оригинални поступак за анализу узрока отказа.

На основу тога, може се констатовати да развијене оригиналне методологије за избор концепција одржавања склопова и подсистема техничких система и ревизију постојеће концепције одржавања погонских агрегата специјалних војних возила као и оригинални поступак за анализу узрока отказа машинских делова изложених променљивом динамичком оптерећењу поседују велику примењивост и могу се користити за решавање великог броја инжењерских проблема у одржавању сложених техничких система.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M22 - Истакнути међународни часопис

1. **Rakic, S.**, Bugaric, U., Radisavljevic, I., Bulatovic, Z.: Failure analysis of a special vehicle engine connecting rod, *Engineering Failure Analysis*, Vol. 79, 2017. pp. 98-109. (ISSN: 1350-6307, IF 2016: 1.676)

Категорија M33 – Рад саопштен на међународној конференцији

1. **Rakic, S.**, Bugaric, U.: Application of Reliability Centered Maintenance Methodology for Maintenance of an Special Vehicle Engine, Proc. of IX Triennial International Conference "*Heavy Machinery-HM 2017*", Zlatibor, 28 June – 1 July 2017, pp. A75 - A81. (ISBN 978-86-82631-89-7)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације под називом „Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила“, кандидата мр Славка Н. Ракића, дипл. инж. маш., Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду.

На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана тематика значајна и актуелна у стручној и научној јавности, констатује се да је кандидат мр Славко Н. Ракић, дипл. инж. маш., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања.

Кандидат је остварио оригиналне резултате везане за дефинисање методологије за одржавање погонских агрегата специјалних војних возила и поступка за утврђивање узрока отказа машинских делова изложених променљивом динамичком оптерећењу, користећи при том расположиву литературу и резултате експерименталних, статистичких и нумеричких истраживања и анализа. Добијени резултати и сазнања су систематично обрађени и на основу њих изведени су вредни закључци о могућностима избора нових тј. адекватнијих концепција одржавања као и ревизији постојећих концепција одржавања склопова и подсистема специјалних војних возила. Развијене методологије и поступци представљају користан алат за решавање конкретних инжењерских проблема.

Научна и стручна јавност је упозната са резултатима истраживања публикавањем једног рада у међународном часопису (категорија M22) и једног рада на међународној конференцији (категорија M33).

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област Индустијско инжењерство, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Реферат Комисије, да дисертацију под називом „**Методологија одржавања погонских агрегата специјалних војних возила**“ стави на увид јавности и да Реферат упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 07.06.2018. године

Чланови Комисије:

Др Угљеша Бугарић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

Др Весна Спасојевић-Бркић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

Др Душан Петровић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

Др Драган Александрић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

Др Предраг Јованчић, редовни професор
Рударско геолошки факултет
Универзитета у Београду

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:968/4
Датум: 28.06.2018. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 32. Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању („Службени гласник РС“ број 44/2010) и члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године), Наставно-научно веће на седници одржаној 28.06.2018. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„МЕТОДОЛОГИЈА ОДРЖАВАЊА ПОГОНСКИХ АГРЕГАТА СПЕЦИЈАЛНИХ ВОЈНИХ ВОЗИЛА“** докторанда мр **СЛАВКА РАКИЋА**, дипл. инж. маш.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-4431/2-13, од 14.10.2013. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

Категорија M22 - Истакнути међународни часопис

1. **Rakić, S.**, Bugaric, U., Radisavljevic, I., Bulatovic, Z.: Failure analysis of a special vehicle engine connecting rod, *Engineering Failure Analysis*, Vol. 79, 2017. pp. 98-109. (ISSN: 1350-6307, IF 2016: 1.676)

Одлуку доставити: докторанду, ментору, Катедри за индустријско инжењерство и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић