

Образац 2.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

1764/5

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

(Број захтева)

23.11.2013. 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:

ИВАНЕ (СВЕТЛАНА) ТОДИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ИВАНА (СВЕТЛАНА) ТОДИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

ОПТИМАЛНО ВОЂЕЊЕ У УСЛОВИМА ВЕЛИКИХ ПОРЕМЕЋАЈА И ОГРАНИЧЕНИХ ПЕРФОРМАНСИ ЛЕТА РАКЕТЕ

уписана на Докторске студије 2007. године

Универзитет је дана 17.09.2012. год. својим актом под бр. 06-20264/31-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

ОПТИМАЛНО ВОЂЕЊЕ У УСЛОВИМА ВЕЛИКИХ ПОРЕМЕЋАЈА И ОГРАНИЧЕНИХ ПЕРФОРМАНСИ ЛЕТА РАКЕТЕ

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ИВАНЕ (СВЕТЛАНА) ТОДИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 03.10.2013. године, одлуком факултета под бр. 1764/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Слободан Јарамаз</u>	Ред. проф.	Војно машинство- Системи наоружања	Машински факултет Београд
2. <u>Др Дејан Мицковић</u>	Ред. проф.	Војно машинство- Системи наоружања	Машински факултет Београд
3. <u>Др Бранислав Јојић</u>	Ред. проф. у пензији	Ваздухопловство	Машински факултет Београд
4. <u>Др Драган Лазић</u>	Ред. проф.	Аутоматско управљање	Машински факултет Београд
5. <u>Др Дарко Васиљевић</u>	Виши научни сарадник	Војно машинство - оптика	Институт за физику Београд

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 17.10.2013. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић

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: 1764/4

Датум: 17.10.2013. године

Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 30. Закона о високом образовању (Сл.гласник 76/05, 100/07 и 44/10) и чл. 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду и извештаја Комисије у саставу: проф.др Слободан Јарамаз, ментор, проф.др Дејан Мицковић, др Бранислав Јојић, ред.проф. М.Ф. у пензији, проф.др Драган Лазић и др Дарко Васиљевић, виши научни сарадник, Институт за физику Београд о оцени докторске дисертације „Оптимално вођење у условима великих поремећаја и ограничених перформанси лета ракете“ докторанта Иване Тодић, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 17.10.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„ОПТИМАЛНО ВОЂЕЊЕ У УСЛОВИМА ВЕЛИКИХ ПОРЕМЕЋАЈА И ОГРАНИЧЕНИХ ПЕРФОРМАНСИ ЛЕТА РАКЕТЕ“** докторанта **ИВАНЕ ТОДИЋ**, дипл.инж.маш.

Извештај о оцени и одбрани докторске дисертације, по истеку рока од 30 дана увида јавности, доставља се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНОНАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији
кандидата Иване С. Тодић, дипл. маш. инж.

Одлуком бр. 1764/2 од 03.10.2013. године, именовани смо за чланове комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Иване С. Тодић под насловом

**ОПТИМАЛНО ВОЂЕЊЕ У УСЛОВИМА ВЕЛИКИХ ПОРЕМЕЋАЈА И
ОГРАНИЧЕНИХ ПЕРФОРМАНСИ ЛЕТА РАКЕТЕ**

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

Докторску дисертацију под називом „**Оптимално вођење у условима великих поремећаја и ограничених перформанси лета ракете**“ студент докторских студија Ивана С. Тодић је пријавила актом бр. 928/1 од 17.05.2012 год. Одлуком Научнонаставног већа Машинског факултета бр. 928/3 од 21.06.2012. на основу сагласности Катедре за системе наоружања бр. 982/2 од 13.06.2012. формирана је комисија са задатком да поднесе извештај о испуњености услова за израду докторске дисертације кандидата Иване Тодић и њеној научној заснованости, што је ова комисија урадила актом бр. 928/4 од 03.07.2012. године. На основу сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донетој на седници од 17.09.2012. године, Наставнонаучно веће Машинског факултета у Београду на седници од 18.09.2012. године, донело је одлуку бр. 1743/1 којом се одобрава рад на предложеној теми докторске дисертације Ивани Тодић, а за ментора је именован др. Слободан Јарамаз, редовни професор на Катедри за системе наоружања Машинског факултета Универзитета у Београду.

На предлог ментора и Катедре за системе наоружања, одлуком бр. 1764/1 од 25.09.2013. године Наставнонаучно веће Машинског факултета формирало је комисију за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације која подноси овај извештај.

Ивана Тодић је уписала докторске студије 2006. године, по одлуци бр. 9/7035 од 17.05.2012. школску 2011/2012 је била у статусу мировања, а по одлуци бр. 9/8299/2 од 14.10.2013. је добила продужење статуса студента за школску 2013/2014. Завршетак докторске дисертације пријавила у септембру 2013. и стекли су се формални услови за поступак одбране докторске дисертације.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Машинство – ужа научна област Војно машинство - Системи наоружања за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. Израдом докторске дисертације руководио је др. **Слободан Јарамаз**, редовни професор и шеф Катедре за системе наоружања Машинског факултета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ивана С. Тодић је рођена 05.01.1983. године у Београду. Гимназију природно математичког усмерења похађала је најпре у I Београдској гимназији у периоду 1997-1999, а завршила у IX Београдској гимназији 2001. Након завршетка гимназије уписује Природно Математички факултет, смер програмирање. После завршетка прве године студија овог факултета, 2002. године уписује Машински факултет у Београду.

Године 2006. дипломирала је оценом 10 на смеру Војног машинства, са темом дипломског рада „Синтеза система самонавођења за противоклопну ракету”. Просечна оцена у току студирања је 9.51. Током студија освојила је једно прво место и два друга места на такмичењу из програмирања на Машинијадама (2003, 2004 и 2005). Године 2006. добија стипендију Еуробанк ЕФГ и стипендију Министарства просвете и спорта, Фонд за младе таленте Републике Србије. Године 2007. добија награду „Проф. др Војислав К. Стојановић” за рекордно завршене студије у року од 4 (од укупно 5 година) и просечну оцену на свим положеним испитима 9.51.

Докторске студије, на смеру Системи наоружања, уписала је 2007. године. Као студент докторских студија – сарадник у настави учествовала је у одржавању наставе на Основним академским студијама на предметима: Увод у системе наоружања, Механика лета пројектила, Основи конструисања система наоружања, а на Дипломским академским студијама на предметима: Динамика лета пројектила и Аеродинамика пројектила. Такође, одржала је наставу за стране студенте из курсева: TVC Systems – Basis of Actuator Technique – Part II: Electromechanical actuators, Fundamentals of Actuating Systems, Design of Actuating Systems, Guidance, Navigation and Control.

Од марта 2007. године до 2010. године запослена је у Иновационом центру Машинског факултета из Београда, као стручни сарадник.

У периоду од 2007- 2009 радила је као хонорарни сарадник у фирми Nimico, d.o.o. на развоју електромеханичког актуаторског система и развоју инерцијално навигационог система. Од 2009. године ради као хонорарни сарадник за фирму EDePro d.o.o. на развоју аутопилота и система вођења за неколико различитих ракетних система. Од 2010, године запослена је као асистент на Катедри за системе наоружања.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је изложена на 187 страна са великим бројем слика и табела које прате приказ остварених резултата истраживања нових метода оптималног вођења ракете у условима великих поремећаја и ограничених перформанси лета. На почетку рада, после апстракта и садржаја дата је номенклатура важнијих ознака употребљених у тексту докторске дисертације. На крају рада су преглед коришћене литературе са 34 цитата. Дисертација је подељена на Увод, 7 поглавља, Закључак и шест прилога:

Увод

1. Математички модел кретања ракете и поремећаја који на њу делују
2. Анализа динамичких особина ракете
3. Синтеза аутопилота
4. Навигациони алгоритам
5. Фазе вођења ракете и избор основних алгоритама вођења
6. Оптимизација вођења и аутопилота
7. Статистичка анализа утицаја поремећаја на систем

Закључак

Прилог 1. Дефиниције координатних система

Прилог 2. Стандардна атмосфера COESA

Прилог 3. Географски стандард Земље WGS84

Прилог 4. Математички модел главе за самонавођење

Прилог 5. IMU сензор

Прилог 6. Теорија пасивности

Литература

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу кандидат дефинише предмет истраживања који је јасно назначен насловом докторског рада, а своди се на увођење нових метода вођења и управљања ракетом у циљу компензације великих поремећаја у лету ракете. Поремећаји су везани за различите компоненте сложеног система наоружања као што су лансер, ракетни погон, сервосистем за покретање управљачких површина, променљиву геометрију ракете и карактеристике атмосфере. Део постављеног проблема се решава конструкцијом ракете увођењем стабилизације одсека управљања и слободно ротирајуће крилне секције, а део новим концептом вођења и управљања. Зато је кандидат јасно истакао неопходност поставке математичког модела ракете са седам степени слободе кретања и истраживање нових метода синтезе аутопилота као што је модификовано адаптивно управљање са референтним моделом. Даје се преглед публикованих радова из ове научне области који се баве сличним проблемима, али код других типова летелица.

Прво поглавље докторског рада обухвата формирање математичког модела ракете као основу за реализацију постављеног задатка истраживања.

Анализа динамичких особина ракете као неопходна фаза у поступку синтезе аутопилота и избору алгоритма вођења дата је у другом поглављу. Изведене су аеродинамичке функције преноса за конфигурацију ракете са седам степени слободе кретања. Промене динамичких параметара ракете указују на потребу увођења таквих метода вођења који ће их успешно компензирати.

Треће поглавље обухвата синтезу аутопилота ваљања и пропињања/скретања класичним методама, али са новим функцијама преноса. Полази се најпре од идеалног актуатора и временски променљивих динамичких параметара ракете, да би се потом укључила ограничења везана за овај подсистем ракете. Резултати добијени у овом поглављу служе као основа за сложенију синтезу алгоритма вођења применом адаптивног управљања.

С обзиром да се у реализацији закона вођења и управљања користе информације из инерцијалног навигационог система о положају, брзинама и угадној оријентацији ракете и да

су оне извор одређених грешака, четврто поглавље се бави оптимизацијом навигационог алгоритма. Инерциони мерни уређај је конструисан применом микро-електро-механичких сензора (MEMS). Оптимизација навигационог алгоритма је извршена водећи рачуна о ограничењима сензора (тачност и стабилност мерних сигнала), потребном кораку интеграције и брзини процесора који је примењен у аутопилоту и одсеку вођења.

У петом поглављу докторске тезе предложен је концепт комбинованог вођења: вођење по референтној (унапред задатој) трајекторији, мануелно вођење и пропорционално вођење са компензацијом систематског поремећаја од гравитационог убрзања у завршној фази навођења на циљ. Полазећи од информација о положају ракете из инерционог навигационог система, задате трајекторије и усвојене геометрије навођења у референтну тачку, одређује се захтевано нормално убрзање које се реализује помоћу аутопилота. Показано је да се избором одговарајуће резолуције задате трајекторије може постићи квалитетно стабилно вођење. У поређењу са познатим алгоритмом вођења противтенковских ракета, који захтева програмирање фактора појачања и временских константи диференцијалног компензатора, предложено вођење је значајно поједностављено и практично се заснива на избору резолуције задате трајекторије. У оквиру мануелног вођења анализира се утицај динамике кашњења оператора на праћење задате трајекторије. Анализом терминалног вођења обухваћене су различите методе компензације систематског поремећаја због гравитационог убрзања. Као оптимално вођење усвојено је оно које се заснива на минимизацији угаоне брзине линије визирања циља.

Шесто поглавље посвећено је истраживању нових алгоритама аутопилота и вођења како би систем био поузданији при недовољно тачном познавању аеродинамичких коефицијената, при ограничењима у актуаторском систему и деловању непознатих поремећаја у лету ракете. Предлаже се адаптивно управљање са референтним моделом (MRAC) да би стварни одговор ракете на разне поремећаје при променљивој динамици и ограничењима био близак идеално подешеном систему.

Дефинитивна верификација предложених алгоритама вођења и управљања извршена је у седмом поглављу нумеричком симулацијом лета ракете и применом Монте Карло методе. За анализу је коришћена симулација која обухвата модел ракете са седам степени слободе кретања и алгоритмима инерцијално навигационог система са фиксном платформом (SINS - a), аутопилота са актуаторским системом и вођења у дискретном домену прилагођено кораку одабирања на стварном хардверу. Одређена је прецизност ракете при деловању случајних поремећаја под претпоставком недовољно познатих аеродинамичких карактеристика ракете.

На крају рада дати су закључци, доприноси дисертације и препоруке за будућа истраживања из области вођења ракете.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Развој компјутерске и сензорске технологије у области инерцијалних и мерних уређаја повећао је обим рсположивих информација о кретању ракете и циља. Данас савремене ракете могу бити опремљене инерцијалним мерним уређајима и главама за праћење различитих циљева на већим растојањима при чему је њихова примена економски оправдана. Такав технолошки развој иницирао је истраживања нових метода вођења и управљања ракета у које спада и тема ове докторске дисертације. Примена адаптивног управљања са референтним моделом на ракету са слободно ротирајућом секцијом крила и стабилизацијом секције управљања представља оригинални приступ у синтези алгоритма вођења и управљања ракете при недовољно познатим аеродинамичким карактеристикама и великим поремећајима у лету.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У раду се користе најновији радови из међународних научних часописа који се баве вођењем, управљањем и навигацијом ракета. Коректно су цитирани остварени резултати истраживања других аутора и јасно дефинисан циљ истраживања докторске дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Приказане су нове методе комбинованог вођења ракете и показана њихова ефикасност у минимизацији грешке вођења у односу на референтну путању и циљ. Постављен је нови математички модел ракете са седам степени слободе кретања, а комбиновањем аналитичких, нумеричких и експерименталних метода истраживања остварена је висока веродостојност добијених резултата истраживања. Написан је компјутерски програм који обухвата нумеричку симулацију лета ракете као нестационарног стохастичког објекта управљања са седам степени слободе кретања, као и симулацију аутопилота са актуатором и навигационим системом који одговара хардверском решењу. Тиме је добијен поуздан алат за верификацију предложених метода вођења.

3.4. Применљивост остварених резултата

Предмет истраживања је дефинисан полазећи од проблема који је откривен у току полигонских испитивања, а односи се на вођење ракете са стабилизацијом предње секције управљања. Мада је рад на докторској тези инициран конкретним проблемом који се јавио при испитивању противоклопне ракете великог домета, остварени резултати се могу применити и на другим летелицама код којих је присутна интерференција између предњих управљачких површина и задњих узгонских или стабилишућих аеродинамичких површина.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Ивана Тодић је потврдила способност за самостални научни рад кроз познавање и оцену резултата истраживања других аутора који су објављени у водећим међународним часописима из ракетне технике. Томе треба додати и оригинални приступ у реализацији вођења ракете са израженим ефектом аеродинамичке интерференције у присуству великих поремећаја и нестационарних аеродинамичких карактеристика ракете.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Ценећи целокупни материјал који је изложен у докторској дисертацији, као и до сада публиковане научне радове из области вођења ракета, научни доприноси овог рада могу се сумирати кроз следеће резултате:

1. Постављен је математички модел кретања вођене ракете као објекта управљања са седам степени слободе кретања. Модел је омогућио анализу лета ракете која поседује слободноротирајућу крилну секцију у односу на предњи управљачки одсек ракете.
2. У циљу решавања синтезе аутопилота ваљања ракете, изведене су аеродинамичке функције преноса угла ваљања по диференцијалном отклону управљачких површина и угаоној грешки уградње крила у односу на уздужну осу ракете.
3. Полазећи од математичког модела навигационог система који угаони положај

објекта одређује помоћу кватерниона, у раду је развијен нумерички алгоритам који у осам корака, односно на основу осам инкремената угла оријентације и брзине, решава навигациони проблем. Помоћу предложеног алгоритма применом јефтиних микро-електромеханичких сензора остварени су и задовољавајућа тачност и нумеричка стабилност навигационог система.

4. Предложен је нелинеарни закон вођења ракете по задатој трајекторији. Закон се своди на самонавођење ракете у референтну тачку која се перманентно помера у зависности од резолуције којом је задата референтна трајекторија.
5. Уведено је адаптивно управљање са референтним моделом у спољну повратну спрегу аутопилота чиме су искоришћене предности већ синтетисаног аутопилота за референтну тачку и истовремено остварена његова адаптација на поремећај или промене динамичких перформанси ракете. Проблем нестабилности система управљања који се јавља због механичких ограничења актуатора, пре свега по максималној брзини и максималном отклону управљачких површина, решен је применом μ -модификације адаптивног управљања. Предложено адаптивно управљање са референтним моделом је примењено и на аутопилот ваљања и аутопилот пропињања-скретања, а верификација је извршена за типичне поремећаје и задате трајекторије које постављају строжије захтеве од реалног лета ракете.
6. Помоћу постављеног математичког модела целокупног система који обухвата ракету са седам степени слободе кретања, аутопилот са адаптивним управљањем и нелинеарни закон вођења ракете у референтну тачку извршена је статистичка анализа утицаја поремећаја на прецизност ракете. Применом методе Монте Карло процењена су вероватна одступања ракете по домету и скретању.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

За разлику од уобичајеног приступа у нумеричкој симулацији лета вођених ракета који се заснива на примени модела „6-степени слободе кретања“, у овој докторској тези модел је проширен на летелице које имају две компоненте које ротирају једна у односу на другу. Тиме је омогућена анализа кретања ракете код које је конструктивним путем декуплована аеродинамичка интерференција између предњих управљачких и задњих узгонских или стабилишућих површина. Концепт аеродинамичких функција преноса ваљања је проширен на овај тип летелица.

У публикованим референцама нема радова у којима се врши нумеричка анализа комплетног система вођења, управљања и навигације ракете са нумеричким алгоритмом система инерцијалне навигације који одговара реалном хардверу. Нумерички алгоритам система инерцијалне навигације приказан у овом раду омогућава његову оптимизацију водећи рачуна о времену одабирања, брзини процесора за реализацију вођења и нумеричкој стабилности навигационог решења.

Позната идеја пропорционалне навигације којом се врши минимизација угаоне брзине линије визирања циља, овде је проширена на самонавођење ракете на референтну тачку која се перманентно помера са резолуцијом задате трајекторије. Тиме је закон вођења значајно упрошћен јер је избегнута примена диференцијалног компензатора са временски променљивим параметрима што је карактеристично за летелице које се воде по референтној путањи.

У раду је примењено адаптивно управљање са референтним моделом на аутоплиот ваљања и пропињања. Тиме су значајно побољшане перформансе у односу на класични аутопилот са временски програмираним појачањима при деловању већих поремећаја или постојању ограничења везаних за конструкцију актуатора. Истовремено је избегнуто коришћење

сложенијих алгоритама који се примењују за изразито нелинеарне и нестационарне системе управљивих летелица где се захтева дуже време адаптације у реалном времену.

Статистичка анализа комплетног система методом Монте Карло помоћу математчког модела који је постављен у овом докторском раду представља значајан допринос у изучавању тачности и прецизности вођених ракета. Показано је да је предложени алгоритам вођења ракете ефикасан у компензацији свих поремаћаја за домен промене динамичких особина ракете које превазилазе уобичајене толеранције. Тиме је кандидат дошао до важног закључка да тачност и прецизност ракете зависе, пре свега, од примењеног система инерцијалне навигације.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос дисертације је верификован кроз следеће објављене радове:

Категорија M23:

1. **Todić, I.**, Miloš, M., and Pavišić, M., “Velocity And Position Control of Electromechanical Actuator For Aerospace Applications“, *Tehnički Vjesnik*, vol.20, No. 5, 2013 (IF=0.601) (ISSN: 1330-3651), потврда о прихватању AA-2005-02-TV-20130705142404 од 19.09.2013. године.
2. Khan, M. A., **Todić, I.**, Miloš, M., Stefanović, Z., and Blagojević, Đ., “Control of Electro-Mechanical Actuator for Aerospace Applications“, *Strojarstvo*, vol. 52, No. 3, pp. 303-313, 2010 (IF=0.222)(ISSN: 0562-1887)

Категорија M24:

3. Stefanović, Z., Miloš, M., and **Todić, I.**, “Investigation of the Pressure Distribution in 2D Rocket Nozzle with Mechanical System for Thrust Vector Control (TVC)“, *Strojarstvo*, vol. 53, No. 4, pp. 287-292, 2011(IF=0.222)(ISSN: 0562-1887)

Категорија M33:

4. Jojić, B., Blagojević, Đ., Memon, G., Miloš, M. and **Todić, I.**, „Tactical Missile System LORANA“, Proceedings of 4th International Scientific Conference *OTEH 2011*, pp. 224-227, Belgrade, 2011.(ISBN 978-86-81123-50-8)

Категорија M82:

5. Ђорђе Благојевић, Марко Милош, Милан Ковачевић, Драган Лазић, **Ивана Тодић**, “GNC-3 Guidance, Navigation and Control System”, 2010, Решење број 411/2 од 30.06.2010. (**M82**)
6. Бранислав Јојић, Ђорђе Благојевић, Горан Мемон, Марко Милош, **Ивана Тодић**, Никола Давидовић, Предраг Милош, „Техничко решење система вођења и управљања пројектила ЛОРАНА“, 2010, Решење број 412/2 од 30.06.2010. (**M82**)
7. Марко Милош, **Ивана Тодић**, Ђорђе Благојевић, “TECHNICAL SOLUTION Of Electro-mechanical Actuator (EMA) For Aerospace Applications”, 2010, Решење број 511/2 од 30.06.2010. (**M82**)
8. Марко Милош, **Ивана Тодић**, Ђорђе Благојевић, “TECHNICAL SOLUTION Of Test Bench for Electro-mechanical Actuator (EMA)”, 2010, Решење број 512/2 од 30.06.2010. (**M82**)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног Комисија сматра да докторска дисертација представља значајан научни допринос теорији и развоју вођених ракета који се своди на увођење нових алгоритама вођења, управљања и навигације заснованих на примени савремених достигнућа у областима компјутерске и сензорске технологије. Кандидат је имао оригинални приступ у реализацији истраживања вођења ракете са израженим ефектом аеродинамичке интерференције у присуству великих поремећаја и нестационарних аеродинамичких карактеристика ракете.

Комисија предлаже Наставнонаучном већу Машинског факултета у Београду да се докторска дисертација Иване Тодић, дипл. инж., под називом **„Оптимално вођење у условима великих поремећаја и ограничених перформанси лета ракете”** прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду када се за то стекну услови предвиђени Законом о Универзитету и Статутом Машинског факултета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Слободан Јарамаз, редовни професор
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
Проф. др Дејан Мицковић, редовни професор
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
Проф. др Бранислав Јојић, редовни професор у
пензији
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
Проф. др Драган Лазић, редовни професор
Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
др Дарко Васиљевић, виши научни сарадник,
Института за физику у Београду

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број:1764/5
Датум: 17.10.2013. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 12.2 Статута Машинског факултета Универзитета у Београду и члана 37. Правилника о докторским студијама, Наставно-научно веће на седници одржаној 17.10.2013. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела ИВАНА ТОДИЋ, дипл.инж.маш. и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: „ОПТИМАЛНО ВОЂЕЊЕ У УСЛОВИМА ВЕЛИКИХ ПОРЕМЕЋАЈА И ОГРАНИЧЕНИХ ПЕРФОРМАНСИ ЛЕТА РАКЕТЕ“

II Универзитет је дана 17.09.2012. године, својим актом број 06-20264/31-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. **Todić, I.**, Miloš, M., and Pavišić, M., “Velocity And Position Control of Electromechanical Actuator For Aerospace Applications“, *Tehnički Vjesnik*, vol.20, No. 5, 2013 (IF=0.601) (ISSN: 1330-3651), потврда о прихватању AA-2005-02-TV-20130705142404 од 19.09.2013. године.
2. Khan, M. A., **Todić, I.**, Miloš, M., Stefanović, Z., and Blagojević, Đ., “Control of Electro-Mechanical Actuator for Aerospace Applications“, *Strojarstvo*, vol. 52, No. 3, pp. 303-313, 2010 (IF=0.222)(ISSN: 0562-1887)

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Катедри за системе наоружања и архиви факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић