

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

312/5
(Број захтева)Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)20.10.2016.
(Датум)

З А Х Т Е В
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

ХИБРИДНИ СИСТЕМ УПРАВЉАЊА СТРУЈАЊЕМ У АЕРОТУНЕЛИМА ВЕЛИКИХ БРЗИНА

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Машинство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: БИЉАНА (ГРОЗДЕН) ИЛИЋ2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд3. Година дипломирања: 1999.

4. Назив магистарске тезе кандидата: _____

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: _____

6. Година одбране магистарске тезе: _____

7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: _____

Година уписа докторских студија: 2010.Обавештавамо Вас да је _____
Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 20.10.2016
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 312/5
Датум: 20.10.2016. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Биљане Илић**, дипл. инж. маш., бр. 312/1 од 08.02.2016. године да јој се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Слободан Ступар, ред. проф. М.Ф. у пензији, др Марко Милош, ванр. проф., др Златко Петровић, ред. проф., др Александар Симоновић, ванр. проф. и др Слободан Гвозденовић, ред. проф., Саобраћајни факултет Београд, број 312/4 од 29.09.2016. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 20.10.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **БИЉАНА ИЛИЋ**, дипл. инж. маш. испуњава услове за израду докторске дисертације **«ХИБРИДНИ СИСТЕМ УПРАВЉАЊА СТРУЈАЊЕМ У АЕРОТУНЕЛИМА ВЕЛИКИХ БРЗИНА»**.

За менторе студенту **Биљани Илић**, именују се др Слободан Ступар, ред. проф. М.Ф. у пензији и др Марко Милош, ванр. проф.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата **Биљане Илић**, дипл. инж. за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета бр.312/3 од 15.09.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Биљане Илић, дипл. инж. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме

Хибридни систем управљања струјањем у аеротунелима великих брзина

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Биљана Илић је рођена 23. марта 1974. године у Ужицу. Основну школу и гимназију је завршила у Ужицу, са одличним успехом. Студије Машинског факултета Универзитета у Београду уписала је 1993. године, као прва на листи. Дипломирала је 1999. године на Одсеку за ваздухопловство са просечном оценом 9,24 (девет и 24/100). Дипломски рад у области система аутоматског управљања летелицама са темом „Нелинеаран модел кретања авиона у простору“ је одбранила 18. јуна 1999. године са оценом 10. Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписала је 2010. године.

У Војнотехнички институт у Београду је примљена 1. октобра 2001. године на позицију истраживача сарадника, где је до 2006. године обављала посао тест инжењера у Одсеку аеротунела малих брзина Сектора за експерименталну аеродинамику. У том периоду је била ангажована на извођењу сложених аеродинамичких испитивања модела ваздухопловних и неваздухопловних објеката у аеротунелима малих брзина. Водила је тим одговоран за аеротунелска испитивања модела авиона за почетну обуку, модела беспилотне летелице, падобрана, више модела ракета и ветротурбина. Такође је водила истраживачки задатак посвећен испитивању квалитета струјања у аеротунелима малих брзина, у оквиру кога је успостављена процедура периодичне калибрације и верификације великог субсоничног аеротунела Т-35, уз поређење резултата испитивања модела стандардне геометрије са референтним светским аеротунелима.

На позицију самосталног истраживача у Одсеку аеротунела великих брзина Сектора за експерименталну аеродинамику је постављена 2006. године. У периоду до 2009. године водила је тим одговоран за управљање аеротунелима великих брзина, првенствено за управљачки систем трисоничног аеротунела Т-38, најкомплексније и најангажованије

инсталације Сектора за експерименталну аеродинамику. Бавила се активностима потребним за безбедан и ефикасан рад аеротунела, уз истовремено увођење унапређења која су значајно проширила могућности испитивања у аеротунелу Т-38 и повећала његову конкурентност у односу на светске аеротунеле.

На позицију водећег истраживача у Сектору за експерименталну аеродинамику изабрана је 2009. године. Делокруг рада за који је задужена су управљачки системи аеротунела Сектора за експерименталну аеродинамику и вођење тимова задужених за исправност свих система и њихов безбедан, ефикасан и неометан рад. Творац је концепта модернизације управљачких система аеротунела Сектора за експерименталну аеродинамику. Тренутно води пројекте увођења нових управљачких система у три аеротунела и одговорна је за све активности у вези са њиховом интеграцијом, од идејног решења до конкретне реализације.

Од јуна 2011. године је сертифициковани LabVIEW програмер (NI Certified LabVIEW Developer), после положеног испита у оквиру процеса сертификације компаније National Instruments (Austin, Texas, USA).

Током 2011. године похађала је стручни курс „Инструментација и обрада сигнала“ („Instrumentation and Signal Processing“) у организацији Факултета за примењене науке Универзитета Кренфилд у Великој Британији (School of Applied Sciences, Cranfield University, United Kingdom). Курс је модул MSc и PhD студија у програму школовања на универзитету и посвећен је напредним техникама обраде сигнала са мерне опреме, а намењен је инжењерима са искуством у области техника мерења.

У више прилика је водила стручне курсеве Сектора за експерименталну аеродинамику за полазнике из иностранства у области експерименталне аеродинамике и техника мерења у аеротунелима. Аутор је више аеротунелских техничких информација и промотивног материјала. Активно води стручне посете лабораторијама Сектора за експерименталну аеродинамику, од студентских до посета на највишем државном нивоу.

Аутор је и коаутор 32 интерна стручна извештаја у оквиру Војнотехничког института, 1 научно-техничке информације, 14 радова на међународним научно-стручним конференцијама, 7 радова у међународним научно-стручним часописима и 3 техничка решења. Говори, чита и пише енглески, руски и италијански језик.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

У оквиру програма докторских студија, кандидат Биљана Илић, дипл. инж., је положила свих 14 (четрнаест) испита, међу којима су следећи обавезни и изборни предмети:

Позиција	Назив предмета	Оцена
1.1.5	Виши курс математике	10 (десет)
1.2.5	Нумеричке методе	10 (десет)
1.3.5	ОМНИР и комуникација	10 (десет)
1.4.5	Струјно техничка мерења	10 (десет)
1.5.10	Истраживање и публикавање - I	10 (десет)
2.1.5	Одабрана поглавља из механике флуида	8(осам)
2.2.5	Интегрисани технички системи - актуатори	10 (десет)
2.3.5	Случајни процеси и системи	10 (десет)
2.4.15	Истраживање и публикавање - II	10 (десет)
3.1.5	Пројектовање мехатроничких система	10 (десет)
3.2.5	Стабилност посебних класа САУ	10 (десет)
3.3.20	Истраживање и публикавање - III	10 (десет)
4.1.8	Истраживање и публикавање - IV	10 (десет)
4.2.22	Пројекат идеје докторске дисертације	10 (десет)

Од уписа докторских студија, кандидат Биљана Илић, дипл. инж., је била учесник следећих истраживачких задатака Министарства одбране Републике Србије у оквиру Војнотехничког института за потребе Војске Србије:

- Истраживање унутрашњих аеродинамичких вага екстремно високе крутости за коришћење у трисоничном аеротунелу Т-38.
- Истраживање могућности побољшања квалитета мерења на високим Маховим бројевима у аеротунелу Т-38.
- Истраживање могућности побољшања квалитета мерења у аеротунелу Т-35.

У истом периоду је била ангажована у више сложених аеродинамичких испитивања у аеротунелима Војнотехничког института у оквиру уговора са међународним клијентима.

Објављени радови и други релевантни резултати који опредељују афинитет кандидата за рад на предложеној теми су следећи, по категоријама:

Категорија М14:

1. **Илић В.**, Milosavljević M., Isaković J., Miloš M.: *Stagnation Pressure Transient Control in a High-Pressure Supersonic Blowdown Wind Tunnel Test Facility*, - Materials Today: Proceedings, Vol. 3, No. 4, 2016, pp. 987-992.

Категорија М24:

2. **Илић В.**, Miloš M., Milosavljević M., Isaković J.: *Model-Based Stagnation Pressure Control in a Supersonic Wind Tunnel*, - FME Transactions, Vol. 44, No. 1, 2016, pp. 17-25.

Категорија М33:

3. Vuković Đ., **Илић В.**, Milosavljević M.: *Upgrade of the Roll-Angle-Setting Mechanism on the Model Support System in the T-38 Wind Tunnel in VTI*, - Proceedings of the 4th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH, Belgrade 2011, pp. 23-28.
4. **Илић В.**, Milosavljević M., Isaković J.: *Wind Tunnel Flexible Nozzle Position Control*, - Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Smart Defence Solutions and Technologies HEMUS, Plovdiv 2012, pp. 127-134.
5. Samardžić M., Anastasijević Z., Marinkovski D., **Илић В.**, Damljanović D., Rajić Z., Ćurčić, D.: *Measurement of Stability Derivatives in Yaw using the Forced Oscillatory Technique*, - Proceedings of the 5th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH, Belgrade 2012, pp. 26-30.
6. **Илић В.**, Milosavljević M.: *A New Control System for the Flexible Nozzle in the T-38 Trisonic Wind Tunnel*, - Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH, Belgrade 2014, pp. 67-72.
7. Vuković Đ., Damljanović D., Ćurčić D., **Илић В.**, Samardžić M., Marinkovski D., Isaković J.: *Experimental Challenges in a High-Reynolds-Number High-Dynamic-Pressure Supersonic Wind Tunnel Facility*, - Proceedings of the 50th 3AF International Conference on Applied Aerodynamics, Toulouse, 2015, pp. FP28-2015.

Категорија М34:

8. **Илић В.**, Milosavljević M., Isaković J., Miloš M.: *Stagnation Pressure Transient Control in a High-Pressure Supersonic Blowdown Wind Tunnel Test Facility*, - Proceedings of the 32nd Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Sary Smokovec, 2015, pp. 82-83.

Категорија М83:

9. **Илић Б.**, Вуковић Ђ., Милосављевић М., Дамљановић Д., Исаковић Ј., Витић А.: *Систем за визуализацију и снимање испитивања у аеротунелу Т-38*, - Техничко решење у категорији ново лабораторијско постројење, решење: инт. бр. 01/94-186, Војнотехнички институт, Београд, 09.07.2010.
10. Вуковић Ђ., **Илић Б.**, Милосављевић М., Исаковић Ј., Ћурчић Д., Оцокољић Г., Дамљановић Д.: *Механизам за промену угла ваљања држача модела у аеротунелу са надпритиском*, - Техничко решење у категорији ново лабораторијско постројење, решење: инт. бр. 01/94-168, Војнотехнички институт, Београд, 07.06.2015.

Категорија М84:

11. Исаковић Ј., **Илић Б.**, Дамљановић Д., Живковић С., Оцокољић Г.: *Унапређење метода мерења квалитета струјања у аеротунелима*, - Техничко решење у категорији битно побољшана постојећа технологија, решење: инт. бр. 01/94-188, Војнотехнички институт, Београд, 09.07.2010.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Својим досадашњим инжењерским и истраживачким искуством кандидат показује квалитет и стручност за научни и истраживачки рад. Објављени и изложени радови на конференцијама међународног и националног значаја, као и техничка решења која су примљена и усвојена у лабораторијској примени, показују способност кандидата да се бави како теоријским, тако и сложеним експерименталним истраживањима.

Објављени радови и истраживачка делатност кандидата су суштински повезани са научном облашћу којој припада тема предложене докторске дисертације и квалификују кандидата за успешан и ефективан теоријски и експериментални рад на предложеној теми.

На основу биографије кандидата, положених испита на докторским студијама, научних и стручних активности, као и објављених радова, Комисија сматра да је кандидат Биљана Илић, дипл. инж., подобна за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Брз напредак нових хардверских и софтверских платформи довео је до појаве све амбициознијих нелинеарних управљачких система, али он није био праћен одговарајућим методологијама развоја. Због тога данас највећи део цене развоја управљачких система представља често недопустиво скупа интеграција система која се реализује од случаја до случаја, уз технике верификације које се скоро искључиво ослањају на детаљно тестирање више или мање потпуних варијанти комплексних нелинеарних управљачких система.

Област управљања аеродинамичким струјањем великих брзина није изузетак. Суочавајући се са највећим изазовом у овој области, а то је нелинеарност динамике компресибилног флуида, развијен је велики број софистицираних управљачких система интегрисаних на појединачној бази, али разлог уског грла које се појавило није само непостојање формалне методологије, већ и чињеница да имплементирани комплексни управљачки системи нису донели суштински напредак који би оправдао трошкове њихове интеграције. Као одговор на поменуто уско грло у развоју управљачких система појавиле су се нове истраживачке методологије, попут моделског предиктивног управљања и систематског хијерархијског пројектовања, које теже постављању аналитичке основе користећи физичке принципе процеса и њиховог узајамног дејства, а базиране су на хибридном системима и практичном

скупу алата који подржавају пројектовање, интеграцију, анализу безбедности и перформанси, подешавање и функционални развој хијерархијских управљачких система.

У ужој области струјања великих брзина у аеротунелима, проблем управљања је у прошлости решаван линеаризацијом изразито нелинеарних једначина динамике гасова. Аеротунели су били централизовани системи управљања струјањем, базирани на једноставним линеарним законима управљања и добро утврђеној методологији развоја таквих система. Поменути тренд развоја комплексних нелинеарних управљачких система на појединачној бази, праћен великим трошковима интеграције система и обимним тестирањима пре пуштања у рад, није заобишао ни аеротунеле. Поред тога, због комплексности ових инсталација, промене хардверске и софтверске платформе су реализоване постепено, због чега нису биле праћене променом методологије. Приступ је тако и даље остао базиран на парадигми централизованог управљања. То је додатни разлог због кога уведене промене нису донеле очекиване резултате.

Са друге стране, велика улагања у истраживање цивилног ваздушног превоза великих брзина, традиционално високи захтеви војне индустрије и улазак приватног сектора у раније искључиво јавни сегмент космичких летова донели су амбициозније захтеве у смислу тачности експеримената и квалитета управљања струјањем у аеротунелима великих брзина. Последица је то да аеротунели данас функционишу доста ближе границама својих перформанси него раније. То значи да грешке које су резултат неиспитаних ситуација не могу више да буду компензоване "резервом" перформанси. Да би систем поуздано функционисао на граници перформанси потребни су тачни модели система, процедуре верификације безбедности у границама тачности тих модела и процедуре за синтезу управљања таквог да одржава потребан ниво безбедности.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је методологија која поставља аналитичку основу управљања аеродинамичким струјањем великих брзина користећи физичке принципе процеса и њиховог узајамног дејства, а базирана је на разматрању аеротунела великих брзина као хибридних система управљања струјањем. Пројектовање, интеграција, анализа перформанси, анализа безбедности и функционални развој хибридног система управљања струјањем великих брзина на основу предложене методологије биће имплементирани у аеротунелу Т-38 Војнотехничког института у Београду.

Примарни циљ истраживања је развој методологије моделирања аеротунела великих брзина као хибридних система управљања струјањем. Посебни циљеви на које може да се разложи примарни циљ овог истраживања су:

- Развој динамичког модела струјања великих брзина у аеротунелима који ће унапредити постојећи изентропски модел.
- Аналитичка и нумеричка идентификација оптималног система управљања струјањем великих брзина у аеротунелима на бази развијеног динамичког модела.
- Пројектовање и имплементација идентификованог система управљања. Инсталација изабрана за имплементацију је аеротунел Т-38 Војнотехничког института у Београду.
- Интеграција и експериментална верификација система управљања струјањем великих брзина у аеротунелу Т-38 у опсегу Маховог броја од 1.4 до 4.0.
- Упоредна анализа и поређење експерименталних резултата са аналитичким и нумеричким резултатима.
- Анализа перформанси система управљања струјањем великих брзина, која подразумева анализу оствареног утицаја на квалитет експерименталних испитивања у аеротунелу Т-38, између осталог на време и начин успостављања струјања, тачност управљања струјањем и енергетску ефикасност.

- Генерализација закључака изведених на основу примене система у аеротунелу Т-38 на аеротунеле великих брзина у општем случају, праћена препорученом општом методологијом идентификације оптималног система управљања аеродинамичким струјањем великих брзина и смерницама за даља истраживања.

3. Полазне хипотезе

Основна хипотеза овог истраживања је да методологија која поставља аналитичку основу управљања струјањем великих брзина користећи физичке принципе процеса и њиховог узајамног дејства побољшава квалитет експерименталних испитивања у аеротунелима.

У циљу доказивања ове основне хипотезе постављена су следећа научна питања:

- Имајући у виду тренутно стање у области истраживања аеродинамичког струјања великих брзина, може ли и на који начин да буде унапређен динамички модел струјања великих брзина у аеротунелима?
- Да ли применом неке методе базиране на унапређеном динамичком моделу струјања великих брзина у аеротунелима може да се постигне аналитичка и нумеричка идентификација система управљања струјањем великих брзина користећи практичан скуп алата који подржавају пројектовање, интеграцију, анализу перформанси, анализу безбедности и функционални развој система?
- Имајући у виду тренутни ниво технолошког развоја, може ли идентификовани систем управљања струјањем великих брзина да буде имплементиран и како?
- Да ли резултати интеграције и експерименталне верификације система управљања струјањем великих брзина потврђују резултате аналитичке и нумеричке идентификације?
- Да ли анализа перформанси система управљања струјањем великих брзина показује побољшања у односу на досадашње резултате у смислу квалитета аеротунелских експеримената?
- Да ли развијена методологија доноси смањење трошкова интеграције и верификације система?
- Да ли развијена методологија може да се сматра довољно робусном и практичном за формалну примену у аеротунелима великих брзина?

4. Научне методе истраживања

У овом истраживању је коришћено више научних метода које би требало да допринесу постизању наведених циљева.

У оквиру логичког дела научног рада и истраживања коришћене су следеће основне методе:

- Метода анализе
Функционална анализа коришћена је за откривање међусобних односа, повезаности и зависности у области предмета истраживања.
Компаративна анализа је коришћена за утврђивање сличности и разлика међу ранијим истраживањима у области предмета истраживања.
Факторска анализа је коришћена за одређивање најважнијих фактора у области предмета истраживања.

- Метода синтезе
Репродуктивна синтеза коришћена је за синтезу система управљања после анализе области предмета истраживања и увођења у разматрање нових елемената.

У оквиру теоријско-методолошког приступа коришћене су следеће опште научне методе:

- Метода моделовања
Симулација је коришћена за унапређење динамичког модела струјања великих брзина, нумеричку идентификацију оптималног система управљања и његову верификацију.
- Статистичка метода
Статистичка метода коришћена је за анализу прикупљених експерименталних података.
- Компаративна метода
Компаративна метода коришћена је за упоређивање експерименталних резултата добијених имплементацијом новог система управљања струјањем великих брзина са ранијим експерименталним резултатима.

У оквиру технике истраживања коришћене су следеће методе прикупљања података:

- Експериментална метода
Експериментална метода коришћена је за прикупљање података потребних за унапређење динамичког модела струјања великих брзина у аеротунелима, као и за експериментално истраживање струјања у реалним условима.

5. Очекивани научни допринос

Реализацијом циљева ове докторске дисертације применом поменутих научних метода очекују се резултати који ће имати теоријски и апликативни значај. Научни допринос би се огледао у новој методологији пројектовања, интеграције, анализе перформанси, анализе безбедности и функционалног развоја система управљања струјањем великих брзина у аеротунелима на начин који унапређује истраживања у области експерименталне аеродинамике у ужем смислу, а у ширем смислу у области аеродинамике као једног од главних аспеката пројектовања аеродинамичких објеката. Очекивани научни допринос би могао да буде представљен кроз следеће елементе:

- Унапређење модела струјања великих брзина у аеротунелима на начин који омогућава боље разумевање физичких принципа процеса и њиховог узајамног дејства.
- Идентификација система управљања струјањем великих брзина у аеротунелима применом аналитичких, нумеричких и експерименталних техника.
- Методологија пројектовања, интеграције, анализе перформанси, анализе безбедности и функционалног развоја система управљања струјањем великих брзина у аеротунелима са смањеним трошковима интеграције и верификације система.
- Имплементација система управљања струјањем великих брзина у аеротунелима базираног на парадигми дистрибуираног управљања и на методама пројектовања, симулације и верификације типичним за хибридне системе.
- Препоруке за побољшање пројектовања и рада аеротунела великих брзина на основу анализе података добијених експерименталном верификацијом система управљања струјањем великих брзина.

- Оптимизација рада аеротунела у смислу губитака времена и енергије, што је значајно из перспективе радне и енергетске ефикасности као једног од важнијих елемената савременог научно-технолошког развоја.

Стручни допринос ове дисертације представљаће имплементација новог система управљања струјањем великих брзина у аеротунелу Т-38 Војнотехничког института у Београду, прилагођеног данашњем нивоу технолошког развоја, који ће омогућити ефикасан, ефективан, поуздан и флексибилан рад аеротунела у наредном дужем временском периоду. У питању је сложен систем који укупно има 390 дигиталних улаза и 511 дигиталних излаза. Стручни допринос би могао да буде представљен кроз следеће елементе:

- Имплементација новог хибридног дистрибуираног система управљања струјањем у аеротунелу великих брзина на бази релативно нове технологије програмабилних аутоматских контролера.
- Архитектура имплементираних управљачког система која је, због своје хоризонталне и вертикалне модуларности, релативно лако применљива у свим типовима сложених експерименталних инсталација.
- Смештање критичних функција управљања на хардверски ниво, програмирањем хардверских кола на бази FPGA (Field Programmable Gate Array), чиме је поузданост система подигнута на виши ниво.
- Замена свих аналогних сензора, подложних шумовима због дугих сигналних линија, дигиталним, тако да су сви улази мерних органа у управљачки систем дигитални.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања је вишегодишњи и обухвата велики обим теоријских, практичних и експерименталних активности.

Прва фаза:

Ова трогодишња фаза обухватала је активности на експерименталној инсталацији која ће бити коришћена у истраживању, а то је аеротунел Т-38 Војнотехничког института у Београду. Током тог периода су извршене припреме за развој и имплементацију новог дистрибуираног система управљања струјањем великих брзина, којим ће бити замењен стари централизовани систем који датира још из 1980-тих. Нови управљачки систем има 390 дигиталних улаза и 511 дигиталних излаза. Без упуштања у детаље имплементације, активности су биле следеће:

- Концепт новог система управљања.
- Избор хардверске и софтверске платформе.
- Замена свих аналогних сензора у аеротунелу дигиталним сензорима веће тачности.
- Развој, имплементација и верификација управљачких подсистема свих компоненти аеротунела – укупно 9.

Завршетком ових активности су се стекли услови за имплементацију система управљања струјањем великих брзина са четири управљачке функције.

Друга фаза:

У овој фази је обављен детаљан преглед стања у области предмета истраживања, и она се временски углавном преклапала са првом фазом. Активности су биле следеће:

- Преглед међународне литературе посвећене управљању струјањем великих брзина у аеротунелима. Анализа динамичких модела струјања, алгоритама коришћених за управљање струјањем и експерименталних података датих у литератури. Идентификовање добре праксе и пропуста у истраживањима.
- Преглед експерименталних података прикупљених током вишедеценијског рада аеротунела Т-38. Идентификовање простора за побољшање управљања струјањем великих брзина у тој експерименталној инсталацији.

Резултат ове фазе је листа елемената који би могли да буду побољшани у управљању струјањем великих брзина, а која представља контролну листу за ово истраживање.

Трећа фаза:

Ова фаза је посвећена бољем сагледавању и моделирању струјања великих брзина као сложеног динамичког процеса и идентификацији оптималног система управљања, на бази увида у досадашње резултате. Активности су биле следеће:

- Унапређење динамичког модела струјања великих брзина.
- Идентификација система управљања струјањем великих брзина у аеротунелу применом аналитичких, нумеричких и експерименталних техника.
- Тестирање и верификација идентификованог система управљања користећи експерименталне податке прикупљене током радног века аеротунела Т-38 и избор оптималних параметара система применом нумеричких симулација у Matlab/Simulink окружењу.
- Поређење резултата добијених нумеричком симулацијом са ранијим експерименталним подацима из аеротунела Т-38.

Четврта фаза:

Ова фаза је највећим делом експериментална и има за циљ експерименталну верификацију система управљања струјањем великих брзина идентификованог у претходној фази. Њено предвиђено трајање је неколико месеци. Основне активности су:

- Софтверска имплементација управљачких функција новог система управљања на новој хардверској и софтверској платформи аеротунела Т-38 која је постављена у првој фази.
- Тестирање новог система управљања у аеротунелу Т-38 у пуном опсегу суперсоничних Махових бројева инсталације, од 1.4 до 4.0.
- Идентификовање потенцијалних недостатака и њихова корекција.
- Усвајање оптималног решења, чиме ће бити коначно имплементиран нови систем управљања струјањем великих брзина у аеротунелу Т-38.

Пета фаза:

Ово је завршна фаза истраживања, предвиђена за анализу постигнутих резултата. Активности које подразумева су:

- Завршна анализа резултата истраживања.
- Потврђивање или оповргавање постављених хипотеза.
- Извођење закључака и давање смерница за наставак истраживања у будућности.

7. Закључак и предлог

Анализом пријаве кандидата Биљане Илић, дипл. инж., Комисија закључује да је предложена тема адекватна за израду докторске дисертације, да кандидат испуњава законске услове и да има истраживачке квалификације за рад на докторској дисертацији (одељак 1.3).

Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату Биљани Илић, дипл. инж., одобри израду докторске дисертације са насловом

Хибридни систем управљања струјањем у аеротунелима великих брзина

у научној области Ваздухопловство за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За менторе дисертације предлажу се др **Слободан Ступар** редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду и др **Марко Милош** ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 20.09.2016.г.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Слободан Ступар, ред. проф.
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Марко Милош, в. проф.
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Златко Петровић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Александар Симоновић, в. проф.
Универзитет у Београду, Машински факултет

.....
др Слободан Гвозденовић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: **Слободан Ступар**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Zoric Nemanja, Simonovic Aleksandar, Mitrovic Zoran, Stupar Slobodan, *Optimal vibration control of smart composite beams with optimal size and location of piezoelectric sensing and actuation*, JOURNAL OF INTELLIGENT MATERIAL SYSTEMS AND STRUCTURES, (2013), vol. 24 br. 4, str. 499-526
2. Zoric Nemanja, Simonovic Aleksandar, Mitrovic Zoran, Stupar Slobodan, Obradovic Aleksandar, Lukic Nebojsa, *Free vibration control of smart composite beams using particle swarm optimized self-tuning fuzzy logic controller*, JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, (2014), vol. 333 br. 21, str. 5244-5268
3. Spasic Dragoljub, Stupar Slobodan, Simonovic Aleksandar, Trifkovic Dragan, Ivanov Toni, *The failure analysis of the star-separator of an aircraft cannon*, ENGINEERING FAILURE ANALYSIS, (2014), vol. 42 br., str. 74-86
4. Pekovic Ognjen, Stupar Slobodan, Simonovic Aleksandar, Svorcan Jelena, Trivkovic Srdjan, *Free Vibration and Buckling Analysis of Higher Order Laminated Composite Plates Using the Isogeometric Approach*, JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS, (2015), vol. 53 br. 2, str. 453-466
5. Simonovic Aleksandar, Kostic Ivan, Stupar Slobodan, Petrovic Zlatko, *Laboratory Tests of a Hybrid Metal-Composite Transport Helicopter Blade Segment*, EXPERIMENTAL TECHNIQUES, (2012), vol. 36 br. 3, str. 22-32,

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: **Марко Милош**

Звање: **Ванредни професор**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Todic I., Milos M., Pavisic M. (2013), Position and Speed Control of Electromechanical Actuator for Aerospace Applications, - Technical Gazette, vol. 20 br. 5, str. 853-860, ISSN 1330-3651 (IF=0,615), UDC/UDK 629.735.036.7-35:681.515.8]:519.876.5, **M23**
2. Nauparac D., Prsic D., Milos M., Todic I. (2015), Different Modeling Technologies of Hydraulic Load Simulator for Thrust Vector Control Actuator, - Technical Gazette, vol. 22 br. 3, str. 599-606, ISSN 1330-3651 (IF=0,464), DOI: 10.17559/TV-20140621063240, **M23**
3. Vasin S., Ognjanović M., Miloš M. (2015) Wind turbine with continual variation of transmission ratio – design and testing methodology, - Proceedings of the Romanian Academy Series A-Mathematics Physics Technical sciences Information Science, No.2 / 2015, pp 184-192, ISSN 1454-9069 (IF 1,658), **M21**
4. Davidovic N., Milos P., Jojic B., Milos M. (2015), Contribution to Research of Spoiler and Dome Deflector TVC Systems in Rocket Propulsion, - Technical Gazette, vol. 22 br. 4, str. 907-915, ISSN 1330-3651 (IF=0,464), DOI: 10.17559/TV-20140621063849, **M23**
5. Milos P., Davidovic N., Jojic B., Milos M. (2015), A Novel 6 Dof Thrust Vector Control Test Stand, Technical Gazette, vol. 22 br. 5, str. 1247-1254, ISSN 1330-3651 (IF=0,464), DOI: 10.17559/TV-20140621064603, **M23**

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
