

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)

2126/5
(Број захтева)

29.12.2013.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:

МИРОСЛАВА (МИОДРАГ) ЈОВАНОВИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **МИРОСЛАВ (МИОДРАГ) ЈОВАНОВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Пријавио је докторску дисертацију под називом:

**АКТИВНО И АКТИВНО-ПАСИВНО ПРИГУШЕЊЕ ВИБРАЦИЈА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА
ВАЗДУХОПЛОВА**

Универзитет је дана 15.04.2013. год. својим актом под бр. 61206-1750/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

**АКТИВНО И АКТИВНО-ПАСИВНО ПРИГУШЕЊЕ ВИБРАЦИЈА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА
ВАЗДУХОПЛОВА**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **МИРОСЛАВА (МИОДРАГ) ЈОВАНОВИЋА**
(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 31.10.2013. године, одлуком факултета под бр. 2126/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. <u>Др Александар Симоновић</u>	<u>Ванр. проф.</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Машински факултет Београд</u>
2. <u>Др Слободан Ступар</u>	<u>Ред. проф.</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Машински факултет Београд</u>
3. <u>Др Небојша Петровић</u>	<u>Ванр. проф.</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Машински факултет Београд</u>
4. <u>Др Немања Зорић</u>	<u>Доцент</u>	<u>Механика</u>	<u>Машински факултет Београд</u>
5. <u>Др Слободан Гвозденовић</u>	<u>Ред. проф.</u>	<u>Ваздухопловство</u>	<u>Саобраћајни факултет Београд</u>

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 28.11.2013. 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: 2126/4
Датум: 28.11.2013. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу чл. 128. Закона о високом образовању („Сл. гласник РС“ бр. 76/05,100/07,97/08,44/10,93/12 и 89/13) и чл. 63. Статута Машинског факултета, а на основу извештаја Комисије у саставу: проф.др Александар Симоновић, ментор, проф.др Слободан Ступар, проф.др Небојша Петровић, доц.др Немања Зорић и проф.др Слободан Гвозденовић, Саобраћајни факултет Београд о оцени докторске дисертације „Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“ докторанта мр Мирослава Јовановића, дипл.инж.маш., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 28.11.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се извештај за оцену и одбрану докторске дисертације **„АКТИВНО И АКТИВНО-ПАСИВНО ПРИГУШЕЊЕ ВИБРАЦИЈА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА“** докторанта **мр МИРОСЛАВА ЈОВАНОВИЋА**, 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

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ПРЕДМЕТ: Извештај о завршеној докторској дисертацији мр Мирослава Јовановића,
дипл.инж.маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, број 2126/2 од 31.10.2013. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Мирослава Јовановића, дипл. инж.маш., под насловом

**АКТИВНО И АКТИВНО-ПАСИВНО ПРИГУШЕЊЕ ВИБРАЦИЈА
СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА**

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

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Мирослав Јовановић, дипл. инж. маш. је дописом бр. 1160/1 од 18.06.2012. год. пријавио тему докторске дисертације на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду. Кандидат је за ментора предложио проф. др Александра Симоновића.

На основу сагласности Катедре за ваздухопловство, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду, донело је 27.12.2012. године Одлуку бр.1160/3 којом се прихвата тема докторске дисертације, за ментора именује проф. др Александар Симоновић и именује Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме у саставу: проф. др Александар Симоновић (ментор), проф. др Слободан Ступар и проф. др Слободан Гвозденовић, Саобраћајни факултет, Београд.

Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације је 21. 03. 2013. год., поднела Наставно-научном већу Машинског

факултета у Београду извештај бр. 593/1 о испуњености услова за одобрење тезе. Комисија је поднела извештај у коме предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да одобри тему докторске дисертације под радним називом **„Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“** наводећи да кандидат испуњава законске услове за израду докторске дисертације, и да предложена тема као актуелна, атрактивна и значајна, може бити тема докторске дисертације. Одлуком Наставно-научног већа бр. 593/2 од 21.03.2013. год. прихваћена је тема докторске дисертације под називом: „Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“ кандидата мр Мирослава Јовановића, дипл. инж. маш., за ментора дисертације именован је проф. др Александар Симоновић.

У вези са захтевом докторанта мр Мирослава Јовановића, дипл. инж. маш., да се одобри израда докторске дисертације, одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и о именовању ментора, на седници одржаној 15.04.2013. године Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је одлуку којом се одобрава рад на предложеној теми докторске дисертације. На основу добијене одлуке, Наставно-научно веће Машинског факултета доноси Закључак бр. 921/1 од 25.04.2013. год., којом се одобрава рад на теми докторске дисертације **„Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“**, кандидата мр Мирослава Јовановића, дипл. инж. маш., за ментора дисертације именован је проф. др Александар Симоновић.

О завршетку докторске дисертације кандидата мр Мирослав Јовановић, дипл. инж. маш. под називом: **„Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“** и предлогу комисије за оцену и одбрану, ментор проф. др Александар Симоновић обавестио је Катедру за ваздухопловство, а Катедра дописом бр. 2126/1 од 31.10.2013. год. Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду. Предложена је Комисија за оцену и одбрану рада у саставу: проф. др Александар Симоновић, ментор, проф. др Слободан Ступар, проф. др Небојша Петровић, доцент др Немања Зорић, проф. др Слободан Гвозденовић, Саобраћајни факултет, Београд.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 31.10.2013. године донело одлуку бр. 2126/2 којом је усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.2 Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом **„Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“** припада области техничких наука, машинство, ужој научној области Ваздухопловство, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

1.3 Биографски подаци о кандидату

Мр Мирослав М. Јовановић, дипл. инж. је рођен 14. септембра 1977. год. у Параћину. Основну школу завршио је 1992. године у Параћину, а Војну гимназију у Београду 1997. год. Војнотехничку академију у Београду (смер Ваздухопловнотехничка служба, машинско усмерење, специјалност Ваздухоплови и ваздухопловни мотори) уписао је школске 1997/1998. године. Дипломирао је 11.09.2002. године са просечном

оценом током школовања 8,47 и одбрањеним дипломским радом на тему “Попречно-смерна статичка стабилност авиона за почетну обуку пилота“. Петогодишње школовање на Машинском факултету Универзитета у Београду на смеру Ваздухопловство завршио је 2002. године са просечном оценом током школовања 8,69 и истом темом дипломског рада.

Постдипломске студије на Машинском факултету, на Катедри за ваздухопловство, уписао је школске 2002/2003 године. Постдипломске студије завршио је 29.01.2010. године одбранивши магистарски рад под насловом “Испитивање нискофреквентног спектра вибрација на хеликоптеру Газела“ код проф.др Слободана Ступара.

Од 2002. – 2003. године као професионално војно лице (официр ваздухопловно техничке службе) радио је на аеродрому Батајница, Ваздухопловно опитни центар, на дужности Командир вода за одржавање авијације у 2 и 3 степену. Од 2003. – 2006. године радио је као Референт у одељену за испитивања мотора и конструкције ваздухоплова у лету. Обједињавањем Опитних центара Војске Србије од 2006. године до данас ради на аеродрому Батајница у Техничком опитном центру Војске Србије на пословима референта у Одељену за испитивање ваздухоплова у лету, Сектора за ваздухопловна средства.

Члан је Српског друштва за механику. Поседује међународни сертификат Вибродиагностичара, категорија 2, стандард ISO 18436-2.

Поседује активно знање енглеског језика. Ожењен је и отац је двоје деце.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Мирослава Јовановића, дипл. инж. маш., под насловом „**Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова**“ је документ формата А4, штампан једнострано, са текстом на српском језику и изложена је на 128 нумерисаних страна. У оквиру дисертације материја је приказана у укупно седам глава, док је списак коришћене литературе дат као осма глава. Дисертација садржи следеће главе:

1. Увод
2. Елементи система активног и активно-пасивног управљања вибрацијама
3. Математички модели структуралних елемената ваздухоплова
4. Управљачки алгоритми и карактеристике система активног пригушења вибрација
5. Развој система активног пригушења вибрација
6. Експериментална верификација система активног пригушења вибрација
7. Закључак
8. Литература

Текст дисертације је илустрован са укупно 61 сликом, садржи 13 табела и 98 једначина. У попису коришћене литературе кандидат је навео 82 референце.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

У првој глави „Увод“ дате су основне напомене о проблемима које се јављају код структура услед појаве нежељених вибрација. Дефинисан је појам адаптивних структура и њихова подела по достигнутом нивоу структуралне и електронске интеграције. Описани су стратегије управљања вибрацијама, као и основна подела система по типовима и начинима управљања вибрацијама. Захтеви за пројектовање и имплементацију система управљања вибрацијама дати су у другом поглављу. Такође извршен је преглед литературе везане за развој адаптивних структура активног и активно-пасивног управљања вибрацијама применом пиезоелектричних актуатора и сензора. У последњем поглављу дат је предмет истраживања и организација дисертације.

У другој глави „Елементи система активног и активно-пасивног управљања вибрацијама“ извршен је преглед и систематизација основних елемената система активног и активно-пасивног пригушења вибрација. Глава је организована у три поглавља у којима су описани могући типови сензора и актуатора за креирање активне структуре, основне захтеви које мора испунити регулатор (управљачки систем) у циљу ефикасности, стабилности и робустности. Дате су основне разлике између система активних и активно-пасивних система управљања за потребе пригушења вибрација.

У трећој глави „Математички модели структуралних елемената ваздухоплова“ дата је теоријска анализа динамичког понашања структуралних елемената ваздухоплова, као и одређивање математичког модела активне структуре (механичка струкура са интегрисаним актуаторима и сензорима). Описане су конститутивне једначине актуатора и сензора у циљу нумеричке анализе активне структуре употребом методе коначних елемената. Такође дате су основе оптимизације ројем честица (particle swarm) механичких система са интегрисаним актуаторима и сензорима са аспекта избора димензија, положаја и оријентације актуатора и сензора. Дате су карактеристике управљивости и осматривости, као и циљне функције које треба да задовољи интегрисана структура са циљем веће ефикасности система активног и активно-пасивног управљања.

Глава четири „Управљачки алгоритми система активног пригушења вибрација“ се искључиво бави принципима развоја управљачких система активног управљања вибрацијама. Изабрана је стратегија „Vibration Cancellation“ са управљањем у повратној спрези (feedback). Управљачки системи описани у овој глави представљају решења за пригушење вибрација механичких система чији су контролни сигнали једнаки збиру примарних извора побуда (спољашње силе) и секундарних извора побуда (дејство актуатора). Наведена стратегија управљања вибрацијама је описана једноканалним системом (single input – single output). Једначине стања система са повратном спрегом су дате у матричном облику са циљем одређивања карактеристика система: стабилност, управљивост као и ефекте различитих типова управљања. Посебна пажња је усмерена на ефекат временског кашњења управљачког сигнала у односу на излазни сигнал система, као и његов ефекат на пригушење вибрација активне структуре.

У петој глави „Развој система активног пригушења вибрација“ предложена је методологија развоја система активног пригушења вибрација. На основу датих поступака истраживања извршено је математичко моделовање изабраног структуралног елемента ваздухоплова (правоугаона алуминијумска плоча). На основу математичког

модела извршена је нумеричка анализа у циљу одређивања динамичких карактеристика изабраног структуралног елемента ваздухоплова. Извршен је избор сензора и актуатора, оптимизација њиховог положаја и оријентације, а затим и интеграција у активну структуру. Извршена је нумеричка анализа интегрисане активне структуре и компаративна анализа нумеричких резултата ваздухопловног структуралног елемента без и са сензорско-актуаторском платформом. На основу резултата добијених нумеричком анализом, да нема знатне промене у динамичким карактеристикама активне структуре створени су услови за пројектовања регулатора система активног пригушења вибрација. Реализован је целокупан развој система активног пригушења вибрација са повратном спрегом и пропорционално-интегрално-диференцијалним (ПИД) контролером.

У шестој глави „Експериментална верификација система активног пригушења вибрација“ извршена је експериментална верификација система активног пригушења вибрација развијеног на основу нумеричких резултата датих у претходној глави. Приказана је експериментална поставка целокупног система активног пригушења вибрација. Методом експерименталне модалне анализе утврђени су модални параметри основне и активне структуре, и извршено поређење са нумеричким резултатима. Извршена је анализа и одређивање коефицијента пригушења активне структуре без и са управљањем. Коефицијент пригушења активне структуре је ефикасан на модове савијања (I мод) и увијања (II мод), чиме је оправдан поступак оптимизације положаја и оријентације сензорско-актуаторских платформи. Ефикасност пригушења вибрација активне структуре је доказана при слободним и принудним вибрацијама при различитим коефицијентима појачања ПИД регулатора. У току верификације система уочени су и ефекти који негативно утичу на управљивост система активног пригушења вибрација (“спилловер”, подхармонична област основне фреквенције и нестабилност система услед неадекватног времена кашњења управљачког сигнала у односу на контролни сигнал). Анализом вибрација у временском и фреквентном домену дефинисани су узроци појаве и препоруке за неутралисање наведених ефеката.

У закључку се сублимирају научни и стручни доприноси остварени у дисертацији. Такође, наведене су неке смернице за будући рад остављајући ову актуелну тему отворену за будућа истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „**Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова**“ кандидата мр Мирослава Јовановића, дипл. инж. маш. представља савремен и оригиналан приступ и допринос савременим могућностима активног и активно-пасивног пригушења структуралних елемената ваздухоплова. Оригиналност у приступу решавања проблема и добијених резултата у оквиру дисертације потврђују радови који су публиковани и саопштени на научним скуповима или објављени у часописима. Дисертација се може оценити веома успешном, узевши у обзир да су дискусију и добијене резултате у тези пратили зрели научни и инжењерски закључци.

У дисертацији је коришћен савремени приступ моделовања и анализе структуралних елемената ваздухоплова применом методе коначних елемената. За оптимизацију положаја и оријентације коришћена је оптимизација ројем честица, док је експериментална верификација предложених метода и поступака развоја система активног управљања извршена на прототипу система активног управљања. Кандидат је на оригиналан начин извршио синтезу свих предложених метода и развио комплетан система активног управљања вибрацијама употребом пропорционално-интегрално-диференцијалног (ПИД) регулатора.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Међу укупно 82 цитиране публикације налази се 56 научних радова објављених у реномираним међународним часописима. 46 референце млађе су од 10 година. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за формирање прегледа тренутног стања у вези са постојећим истраживањима у области истраживања на коју се дисертација односи. На тај начин кандидат је дао критички осврт на најважније резултате релевантних аутора и приказ постојећег стања у областима којој припадају проблеми решени у докторској дисертацији. При томе, коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе која осим прегледа постигнутих резултата указује на могуће правце даљег научног рада.

3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

Примењене методе у овом раду одговарају методологији истраживања из области активног пригушења вибрација структура. Структурални елементи ваздухоплова, разматрани у оквиру дисертације, математички су моделовани помоћу теорије еквивалентног једнослојног модела базиране на теорији смицања трећег реда. Добијене једначине кретања решене су нумеричким путем, помоћу методе коначних елемената. Динамичко понашање плоча, које су изложене спољашњим побудама, добијено је помоћу методе модалне суперпозиције. Положај и оријентација пиезоелектричних актуатора оптимизовани су помоћу оптимизације ројем честица. За управљачки систем коришћен је пропорционално-интегрално-диференцијални (ПИД) регулатор, коефицијенти регулатора одређени су Ziegler-Nichols-овом методом са додатним ручним подешавањем у циљу добијања што веће ефикасности система. У циљу експерименталне верификације система за одређивање динамичких карактеристика структуралног ваздухопловног елемента коришћена је метода експерименталне модалне анализе, метода брзе Фуријеове трансформације, као и компаративне методе ефикасности пригушења за различите вредности коефицијената ПИД регулатора.

3.4 Применљивост остварених резултата

Истраживања спроведена током израде дисертације представљају добру основу за даљи рад. Синтеза методе коначних елемената и оптимизације ројем честица која је приказана у оквиру ове дисертације, је одлична основа за повећање ефикасности управљања структуралним елементима са једним извршним елементом на већи број сопствених модова осциловања структуре, као и за дефинисање почетних параметара у пројектовању управљачког система активног пригушења вибрација. Потпуни развој система активног пригушења вибрација на бази микроконтролерске платформе до

нивоа прототипа је изузетан допринос ове дисертације. Остварени прототипски развој система активног пригушења вибрација има вишеструки значај, и то: први, за разлику од великог броја сличних светских истраживања која се заснивају на управљању помоћу картица интегрисаних на РС платформе, кандидат је са микроконтролерском платформом постигао бољу управљивост система активног пригушења (бржом обрадом одзива и креирањем управљачког сигнала). Други, добијени резултати пригушења вибрација су значајно већи од сличних истраживачких пројеката рађених у свету (пригушење амплитуде од 25 dB, или 94% је значајан резултат). Трећи, цео систем је изузетно малих димензија и не би требао да утиче на значајан пораст масе ваздухоплова. Резултат овога је да се развијени прототип система може применити на различитим ваздухопловним платформама у циљу управљања вибрацијама нпр. крило авиона, лопатица ротора хеликоптера, седиштима пилота, санитарским ваздухопловима итд. Такође овај систем је примењив и за различите индустријске апликације које нису везане директно за ваздухопловство, нпр. лопатица ветротурбине, манипулатор робота, оптичке уређаје, ротационе машине, итд... у условима стохастичких спољашњих побуда

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Поседује широко стручно и теоријско знање потребно за даљи научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни допринос докторске дисертације „**Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова**“ је вишеструк и огледа се у следећем:

- Адекватним методолошким приступом и поступцима пројектовања од генерисања теоријског модела, оптимизације ројем честица положаја и орјентације сензорско-актуаторских парова дефинисани су улазни параметри за пројектовање система активног и активно-пасивног пригушења вибрација структуралних елемената ваздухоплова,
- Досадашња истраживања оптимизације положаја и орјентације актуатора и сензора на структуралне елементе базирала су се на постављању актуаторско-сензорских парова са циљем пригушења вибрација на унапред одређеном једном сопственом моду осциловања. Синтезом методе коначних елемената и оптимизације ројем честица, коришћеним у овој дисертацији, успешно је дефинисан положај и орјентација актуатора за пригушење вибрација на више сопствених модова осциловања (савијање и увијање).
- У оквиру дисертације, на основу нумеричких резултата, развијен је прототип система активног пригушења вибрација правоугаоне алуминијумске плоче и композитне греде. Употребљена је стратегија повратне спреге са пропорционално-интегрално-диференцијалним (ПИД) алгоритмом управљања. Развијени ПИД

регулатор је реализован на микроконтролерској платформи, малих димензија са могућношћу подешавања коефицијената појачања сваког дејства понаособ.

- Проблем засићења управљачког сигнала на излазу из ПИД контролера је решен употребом нискофреквентног пропусног филтера у повратној спрези у линији интегралног дејства.
- У оквиру дисертације извршене су провере перформанси система активног пригушења вибрација на активним структуралним елементима ваздухоплова. Утврђена је изузетна ефикасност рада система активног пригушења при слободним и принудним случајевима побуде. Добијена ефикасност система је у односу на досадашња слична светска истраживања значајно висока за оба случаја оптерећења.
- Извршено је поређење и различитих типова управљачких алгоритама ПИД, ПИ и ПД за случај слободних побудних сила. Поређењем перформанси сваког управљачког алгорита добијена времена смирења структуре за све разматране регулаторе су вишеструко мања од система без активног управљања. Ефикасност регулатора у пригушењу слободних вибрација је утврђена, и њихов редослед је следећи: ПИД регулатор, затим следи ПД регулатор и најзад ПИ регулатор.

Поред наведених научних доприноса, ова дисертација има значајне практичне доприносе у развоју система активног управљања вибрацијама на територији Републике Србије. Развијени прототип система је први систем овог типа, реализован у потпуности, на простору Балканског полуострва. Систем активног пригушења вибрација је микроконтролерског типа, врло малих димензија и представља изузетно добру основу за имплементацију на различите механичке системе. Систем активног пригушења вибрација са пратећом опремом може да представља идеално наставно средство за упознавање студената са основним принципима рада и управљања активним структурама.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа литературе и сагледавања постојећих решења из научне области дисертације, констатујемо да су решења добијена у тези оригинална и значајна, те да су применљива у пракси. Такође, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у дисертацији можемо закључити да су пружени одговори на сва битна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

4.3 Верификација научних доприноса

Научни допринос је верификован следећим публикацијама које су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације:

Радови објављени у научним часописима међународног значаја

Рад у врхунском међународном часопису (M21)

Miroslav M Jovanović, Aleksandar M Simonović, Nemanja D Zorić, Nebojša S Lukić, Slobodan N Stupar and Slobodan S Ilić, Experimental studies on active vibration control of a smart composite beam using a PID controller, Smart Materials and Structures (2013), Vol. 22, 115038, doi:10.1088/0964-1726/22/11/115038, ISSN: 1361-665X, (IF 2012: 2.024)

Рад у међународном часопису (M23)

Zoran Ilić, Boško Rašuo, **Miroslav Jovanović**, Slađan Pekmezović, Aleksandar Bengin, Mirko Dinulović, "Potential connections of cockpit floor - seat on passive vibration reduction at a piston propelled airplane", Technical Gazzete (2014), Vol. 21 No. 3, рад прихваћен за објављивање, ISSN 1330-3651, (IF 2012: 0.601)

Часопис међународног значаја верификован посебним одлукама (M24)

Zoran Ilić, Boško Rašuo, **Miroslav Jovanović**, Despot Janković, "Impact of changing quality of air/fuel mixture during a flying plane equipped with piston propeller group with respect to vibration low frequency spectrum", FME Transaction (2013), Vol.41, No.1, ISSN 1451-2092, pp.25-32

Зборници међународних научних скупова

Радови саопштени на скуповима међународног значаја, штампани у целини (M33)

Miroslav Jovanović, Zoran Filipović, Slobodan Stupar, Aleksandar Simonović „An example of equipment subsystem for aircraft life extending model”, 4th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2011, Beograd, Serbia, October 06-07, 2011, pp. 159-164 (ISBN 978-86-81123-50-8)

Miroslav Jovanović, Slobodan Stupar Aleksandar Simonović, Nemanja Zorić, Nebojša Lukić, „Experimental determination of damaged location on thin plate using frequency measurement“, 5th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2012, Beograd, Serbia, September 18-19, 2012, pp. 178-181 (ISBN 978-86-81123-58-4)

Stanković M., Ristić M., Aleksandar Simonović, **Miroslav Jovanović**, “Buckling behavior of dented aluminium alloy cylindrical shell subjected to uniform axial compression”, 29th DAS (DANUBIA-ADRIA Symposiums), Beograd, Serbia, September 26-29, 2012, pp: 246-249 (ISBN 978-86-7083-762-1)

Miroslav Jovanović, Slobodan Stupar, Aleksandar Simonović, Nemanja Zorić, Nebojša Lukić, "Experimental determination of basic parameters for active vibration control system development", Forth Serbian Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June 2013, pp:419-424 (ISBN 978-86-909973-5-0)

Радови објављени у научним часописима међународног значаја

Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

Slobodan Stupar, Aleksandar Simonović, **Miroslav Jovanović**, „Measurement and analysis of vibration on the helicopter structure in order to detect the defects of operating elements”, Scientific Technical Review (2012), Vol.62, No.1, pp.58-63 (ISSN 1820-0206)

Техничка решења

Нови производ или технологија уведени у производњу, признат програмски систем, признате нове генетске пробе на међународном нивоу (M81)

Слободан Ступар, Александар Симоновић, Саво Текић, Немања Зорић, **Мирослав Јовановић**, Небојша Петровић, Небојша Лукић, **Линеарни појачивач напона**, пројекат ТР-35035, Машински факултет бр: 1991/3 од 01.11.2012. године

Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак (M83)

Слободан Ступар, Александар Симоновић, Немања Зорић, **Мирослав Јовановић**, Небојша Петровић, Небојша Лукић, **Лабораторијско постројење за активну контролу вибрација паметних структура**, пројекат ТР-35035, Машински факултет бр: 2477/3 од 27.12.2012. године

5. ЗАКЉУЧАК

На основу прегледа докторске дисертације од стране Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом **„Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“** кандидата мр Мирослава Јовановића, дипл. инж. маш., Комисија за оцену и одбрану 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 проблематика веома актуелна у научној јавности, констатује се да је кандидат мр Мирослав Јовановић, дипл. инж. маш., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је дошао до оригиналних и верификованих резултата. Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области машинства, ужа научна област Ваздухопловство, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату мр Мирославу Јовановићу, дипл. маш. инж. одобри одбрану докторске дисертације под називом **„Активно и активно-пасивно пригушење вибрација структуралних елемената ваздухоплова“**, када се за то стекну законски услови, пред комисијом у истом саставу.

У Београду, 22.11.2013. год.

Чланови Комисије

Проф. др Александар Симоновић,
Универзитет у Београду, Машински
факултет

Проф. др Слободан Ступар,
Универзитет у Београду, Машински
факултет

Проф. др Небојша Петровић,
Универзитет у Београду, Машински
факултет

Доц. др Немања Зорић,
Универзитет у Београду, Машински
факултет

Проф. др Слободан Гвозденовић,
Универзитет у Београду, Саобраћајни
факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 2126/5
Датум: 28.11.2013. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 63. Статута Машинског факултета број 1876/1 од 04.10.2013. године, Наставно-научно веће на седници одржаној 28.11.2013. године, донело је

ОДЛУКУ

I Прихвата се извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднео мр МИРОСЛАВ ЈОВАНОВИЋ и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **„АКТИВНО И АКТИВНО-ПАСИВНО ПРИГУШЕЊЕ ВИБРАЦИЈА СТРУКТУРАЛНИХ ЕЛЕМЕНАТА ВАЗДУХОПЛОВА“**

II Универзитет је дана 15.04.2013. године, својим актом број 61206-1750/2-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Радови кандидата у часопису међународног значаја:

1. **Miroslav M Jovanovic**, Aleksandar M Simonovic, Nemanja D Zoric, Nebojša S Lukic, Slobodan N Stupar and Slobodan S Ilic, Experimental studies on active vibration control of a smart composite beam using a PID controller, Smart Materials and Structures (2013), Vol. 22, 115038, doi:10.1088/0964-1726/22/11/115038, ISSN: 1361-665X, (IF 2012: 2.024)

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић