

пк ванр. проф. др Миленко Андрић, дипл. инж. - председник,
ред. проф. др Бранко Коваћевић, дипл. инж. - члан,
ванр. проф. др Стевица Граовац, дипл. инж. - члан,
пп доц. др Срђан Митровић, дипл. инж. - члан и
ред. проф. др Жарко Барбарић, дипл. инж. - ментор.

Извештај комисије за оцену
докторске дисертације пп мр Стојадина
Манојловића, дипл. инж, **извештај**, доставља.-

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ВА

Одлуком ННВ ВА, број 10-191 од 15.03.2016. године, именовани смо у комисију за оцену и одбрану докторске дисертације пп мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. под називом:

**" СИНТЕЗА РОБУСНОГ УПРАВЉАЊА ЛАСЕРСКОГ СИСТЕМА ПРАЋЕЊА СА
КВАДРАНТНОМ ФОТОДИОДОМ "**

На основу члана 10. став 4. Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације и промоцији доктора наука ("СВЛ бр.20/12"), а након прегледа достављене дисертације, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде докторске дисертације

Кандидат пп мр Стојадин Манојловић, дипл. инж. је 27.05.2014. године Већу за техничко-технолошке науке Војне академије у Београду доставио пријаву теме за израду докторске дисертације под радним насловом "Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом", и за ментора, уз његову сагласност и сагласност матичне катедре, предложио ред. проф. Барбарић др Жарка, дипл. инж.

На 11. седници одржаној 02.07.2014. године Веће за техничко-технолошке науке је донело одлуку којом се именује комисија за оцену подобности кандидата и теме докторске дисертације у саставу: пк ванр. проф. др Миленко Андрић, дипл. инж. - председник комисије, ред. проф. др Бранко Ковачевић, дипл. инж. (Електротехнички факултет у Београду) – члан, ванр. проф. др Стевица Граовац, дипл. инж. (Електротехнички факултет у Београду) – члан, пп доц. др. Срђан Митровић, дипл. инж. – члан, ред. проф. др Жарко Барбарић, дипл. инж., потенцијални ментор и члан комисије.

Комисија је у извештају достављеном 08.08.2014. године Већу за техничко-технолошке науке Војне академије предложила да се кандидату пп мр Стојадину Манојловићу, дипл. инж. одобри израда докторске дисертације под називом "Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом" и да се за ментора одреди ред. проф. Барбарић др Жарко, дипл. инж. На 12. седници одржаној 19.09.2014. године Веће за техничко-технолошке науке Војне академије донело је одлуку којом се усваја извештај комисије, и за ментора је одређен ред. проф. Барбарић др Жарко, дипл. инж. Наставно-научно веће Војне академије је на 33. седници одржаној 27.10.2014. године дало сагласност за израду докторске дисертације кандидата пп мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. и да за ментора буде одређен проф. Барбарић др Жарко, дипл. инж.

Сенат Универзитета одбране у Београду је на 33. седници одржаној 04.12.2014. године донео одлуку у којој се кандидату пп мр Стојадину Манојловићу, дипл. инж. даје сагласност за израду докторске дисертације под називом "Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом", и да се за ментора одреди ред. проф. Барбарић др Жарко, дипл. инж. Истом одлуком кандидат је обавезан да најкасније до 01.03.2016. године надлежном стручном органу Војне академије преда неукоричени примерак готовог докторског рада и да поднесе доказе да има најмање један рад који се односи на тему докторске дисертације објављен или прихваћен за објављивање у часопису са SCI листе.

Ментор ред. проф. Барбарић др Жарко, дипл. инж. је 09.02.2016. године обавестио Веће за техничко-технолошке науке Војне академије да је кандидат пп мр Стојадин Манојловић, дипл. инж. завршио докторску дисертацију и да из садржаја теме докторске дисертације има објављена два рада у часописима са SCI листе. Такође, предложио је да се образује комисија за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: пк ванр. проф. др Миленко Андрић, дипл. инж. - председник комисије, ред. проф. др Бранко Ковачевић, дипл. инж. (Електротехнички факултет у Београду) – члан, ванр. проф. др Стевица Граовац, дипл. инж. (Електротехнички факултет у Београду) – члан, пп доц. др. Срђан Митровић, дипл. инж. – члан, ред. проф. др Жарко Барбарић, дипл. инж., ментор и члан комисије.

На 22. седници, одржаној 10.02.2016. године, Веће за техничко-технолошке науке Војне академије је донело предлог да се именује комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата пп мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. под називом "Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом" у истом саставу који је предложио ментор. Предлог је усвојен на 49. седници Наставно-научног већа Војне академије, одржаној 03.03.2016. године.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом "Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом" кандидата пп мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. припада пољу техничко-технолошких наука, научној области Војноелектронско инжењерство, ужа научна област Ракетни системи и системи управљања ватром.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Потпуковник мр Стојадин Манојловић, дипл. инж. је рођен 8. јуна 1977. године у Лозници, Република Србија. Средњу техничку школу, смер електротехничар аутоматике,

завршио је у Лозници 1996. године са просечном оценом 5,00. Војнотехничку академију, смер Техничке службе, специјалност Системи вођења и управљања, завршио је 2001. године са просечном оценом 8,65. Дипломирао је са оценом 10 на тему "Симулациони модел радарски вођене ракете".

Постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је школске 2001./2002. године, а магистрирао је 2008. године на тему "Анализа и синтеза адаптивних аутопилотских структура". Просечна оцена на постдипломским студијама је 9,67.

По завршетку Војне академије распоређен је на службу у Војну академију Одсек логистике где је обављао следеће дужности:

- командир (наставник) вода студената у смеру ТСл ОЛ ВА,
- начелник (командир вода) класе студената у смеру ТСл ОЛ ВА,
- сарадник у Групи наставника за системе управљања ватром на Катедри електронских борбених система,
- сарадник у Одсеку за радарске и електронске системе на Катедри војних електронских система,
- сарадник у Одсеку за електроопрему ваздухоплова на Катедри војних електронских система,
- сарадник у Одсеку за ракетне системе и системе управљања ватром на Катедри војноелектронског инжењерства.

На матичној катедри био је ангажован као асистент на предметима Системи аутоматског управљања 1, Системи вођења и управљања, Основи ракетне технике, Технологија одржавања ракетних система, Ракетни системи малог домета, Основи електротехнике 1, Основи електротехнике 2, Основи електротехнике и електронике.

1.4. Објављени научни и стручни радови кандидата

Кандидат је поред одбрањеног магистарског рада, до сада објавио 18 научних и стручних радова у међународним и домаћим часописима и зборницима са симпозијума, од којих су два рада, која су проистекла као резултат истраживања у оквиру докторске дисертације, објављена у познатим међународним часописима са SCI листе ранга M22 и M23.

Научни радови у међународним часописима са SCI листе

- [1] **Stojadin M. Manojlović**, Žarko P. Barbarić, Srdjan T. Mitrović: "*A novel active disturbance rejection based tracking design for laser system with quadrant photodetector*", International Journal of Control, 2015, Vol. 88, Issue 6, pp. 1246-1256.
DOI : 10.1080/00207179.2014.1002426 (M22)
- [2] Žarko P. Barbarić, **Stojadin M. Manojlović**, Boban P. Bondžulić, Milenko S. Andrić, Srdjan T. Mitrović: "*New relationship of displacement signal at quadrant photodiode: Control signal analysis and simulation of a laser tracker*", Optic, Vol. 125, Issue 4, Feb. 2014., pp. 1550-1557. DOI : 10.1016/j.ijleo.2013.10.012 (M23)

Научни радови у часописима међународног значаја

- [3] Momir R. Stanković, Milica B. Naumović, **Stojadin M. Manojlović**, Srđan T. Mitrović: "Fuzzy Model Reference Adaptive Control of Velocity Servo System", Facta Universitatis Series: Electronics and Energetics Vol. 27, No 4, December 2014, pp. 601 – 611.
DOI: 10.2298/FUEE1404601S (M24)

Радови у зборницима са међународних конференција

- [4] Momir Stankovic, **Stojadin Manojlovic**, Slobodan Simic, Zoran Jovanovic: "Implementation of Active Disturbance Rejection Control on FPGA", IC ETRAN, 2014. god. (M33)
- [5] Momir Stankovic, **Stojadin Manojlovic**, Slobodan Simic, Milica Naumovic: "An FPGA-Based Design of Antenna Subsystem Control Unit for Didactic Radar ", IC ETRAN, 2015. god. (M33)

Научни и стручни радови у домаћим часописима

- [6] **Манојловић Стојадин**, Зрнић Бојан: "Рачунарско моделовање самовођене ракете са покретним пратећим координатором", Војнотехнички гласник, бр. 2, 2003. године, стр. 149-159. UDC 623.465.32 : 519.863 (M52)
- [7] Stanković R. Momir, **Manojlović Stojadin**: "Primena akvizicione kartice u identifikaciji pozicionog servosistema", Vojsnotehnički glasnik, vol. 59, 2011. godina, str. 131-145.
UDC 004.9:621.31 (M52)
- [8] Stanković R. Momir, **Manojlović M. Stojadin**, Zoran D. Jovanović: "Acquisition system for analysis and design of electrical servo system based on USB DAQ card DT9812", Facta universitatis, Niš, Series: Automatic Control and Robotics Vol. 11, No 1, 2012, pp. 69 – 79.
UDC 681.3.04 (M52)
- [9] Stanković R. Momir, Milica B. Naumović, **Manojlović M. Stojadin**: "Identifikacija parametara modela jednosmernog motora u prostoru stanja", Vojsnotehnički glasnik, vol. 61, 2013. godina, str. 23-36. DOI: 10.5937/vojtehg61-2437 (M52)

Радови у зборницима са домаћих конференција

- [10] **Манојловић Стојадин**, Стевица Граовац, Андрић Миленко: "Примена адаптивног управљања у синтези аутопилота код ракета малог домета", YU INFO, Копаоник, 2009. година. (M63)
- [11] Андрић Миленко, **Манојловић Стојадин**: "Анализа радарских сигнала помоћу спектралне ентропије", YU INFO, Копаоник, 2009. година. (M63)
- [12] **Манојловић Стојадин**, Миклуц Даворин: "Аутоматизација провера електронских плоча применом програмског пакета LABVIEW", YU INFO, Копаоник, 2011. година. (M63)
- [13] Даворин Миклуц, **Стојадин Манојловић**, Горан Антонијевић: "Анализа употребе видео сензора VC-C50i у систему за праћење циља", YU INFO, Копаоник, 2012. година. (M63)
- [14] Станковић Момир, **Манојловић, Стојадин**, Даворин Миклуц: "Аквизициони систем за анализу електричних сервосистема", YU INFO, Копаоник, 2012. година. (M63)
- [15] Момир Р. Станковић, Наумовић Милица, **Стојадин М. Манојловић**: "Једноставни сервосистем као лабораторијско учио за демонстрацију пројектовања оптималног управљања", ЕТРАН, 2013. година. (M63)
- [16] Samed Karović, Boban Pavlović, **Stojadin Manojlović**: "Matematičko modelovanje očekivanja broja neuništenih jedinica u borbenim operacijama", SYM-OP-IS 2013, Zlatibor, 08.-12.09.2013. (M63)

- [17] Davorin Mikluc, Dušan Glumac, Milenko Andrić, **Stojadin Manojlović**: "Comparative analysis of instantaneous frequency estimation based on spectrogram using particle filter", YU INFO, 2015. (M63)
- [18] Momir Stanković, Milica Naumović, **Stojadin Manojlović**, Slobodan Simić, Djordje Koković: "FPGA-based optimized fixed-point PID controller design", YU INFO, 2015. (M63)

2. АНАЛИЗА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Дисертација је написана ћириличним писмом на 162 стране, од чега 19 страница чине: списак литературе, списак слика, списак скраћеница и списак ознака. Текст дисертације садржи 69 слика, 5 табела и 130 једначина. У списку литературе наведене су 133 библиографске јединице.

Докторска дисертација је организована у седам поглавља. У **првом**, које је уводно поглавље, дефинисани су проблем и предмет истраживања, дат је преглед досадашњих истраживања из разматраних области, затим циљеви, хипотезе и методологија истраживања као и структура дисертације.

У **другом поглављу** описани су теоретски основи и принципи рада оптоелектронских уређаја и система, са акцентом на ласерским системима. Посебно су анализирани системи са ласерским вођењем и дата је структура система праћења циља као најважнијег склопа на ласерски вођеним оружјима.

Позиционирање ласерског снопа помоћу фотодиодних детектора, са детаљном анализом принципа рада квадрантне фотодиоде разматрано је у **трећем поглављу**. Предложене су нове релације за сигнале позиционирања које обезбеђују повећање осетљивости детектора. На основу одговарајућих модела квадрантне фотодиоде за различите алгоритме обраде сигнала приказани су резултати симулација ласерске пратеће главе за самовођење и анализиран утицај алгоритама за формирање сигнала позиционирања на динамичке карактеристике система.

Теоријске поставке управљања са активном компензацијом поремећаја (ADRC), поступак пројектовања контролера и робусност целокупне структуре описана је у **четвртном поглављу**. Кроз преглед релевантне литературе анализирана је разноврсност примене овог концепта као и његове модификације којима се постижу боље перформансе система.

У **петом поглављу** је предложен и анализиран нови концепт робусног управљања ласерском пратећом главом за самовођење са активном компензацијом поремећаја. Предложени су робусни контролери са линеарним проширеним опсерверима стања за естимацију и активну компензацију тоталног поремећаја. Анализирана је ефикасност предложених управљачких структура при позиционирању главе за самовођење на непокретни циљ, као и при праћењу маневришућих циљева у присуству вибрација тела ракете на коју је глава за самовођење монтирана.

У **шестом поглављу** је предложени концепт робусног управљања прилагођен за хардверску имплементацију и изведени алгоритми су имплементирани на FPGA платформу. Резултати добијени тестирањем имплементација предложених контролера применом хардверске косимулације су затим детаљно анализирани и упоређени са резултатима нумеричких симулација.

Закључци и предлози за даљи рад су сумирани у последњем, **седмом поглављу**.

Кандидат је остварио све циљеве истраживања, а у складу са постављеним хипотезама. Нова решења која је кандидат предложио дају јасне смернице за пројектовање ефикасних система који у својој структури имају квадрантну фотодиоду као давач позиције. Увођењем концепта управљања са активном компензацијом поремећаја као новог приступа за решавање конкретних проблема, у дисертацији је предложен нови концепт пројектовања робусних контролера за управљање ласерском пратећом главом за самовођење. По сазнањима Комисије ова докторска дисертација представља један од првих радова на српском језику у којем се разматра примена концепта управљања са активном компензацијом тоталног поремећаја.

3. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Докторска дисертација пп мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. представља научно-истраживачки рад из области ракетне технике, којом је дат допринос анализи и синтези система управљања пратећом главом за самовођење, као веома важног подсистема у систему вођења и управљања ласерски вођеног оружја. Остварени научни доприноси дисертације су:

- Предложен је нови алгоритам за формирање сигнала позиционирања помоћу квадрантне фотодиоде и математички је доказано да има већу осетљивост у односу на стандардни алгоритам за приближно $\sqrt{2}$ пута у околини центра квадрантне фотодиоде.
- Остварено повећање осетљивости је искоришћено за побољшање динамичких карактеристика ласерског система праћења, што је верификовано нумеричким симулацијама.
- Предложен је нови концепт робусног управљања за ласерски систем праћења са квадрантном фотодиодом, који је заснован на активној компензацији поремећаја.
- Ефикасност предложеног концепта управљања је експериментално верификована помоћу комерцијалне FPGA платформе у хардверској косимулацији са моделом ласерске главе са самовођење.

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу анализе докторске дисертације кандидата пп мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. под насловом "Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом" Комисија закључује:

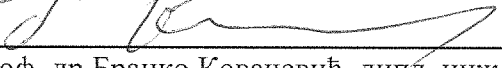
- докторска дисертација представља оригиналан научни допринос у области ракетне технике,
- докторска дисертација је написана у складу са етичким нормама и стандардима научно-истраживачког рада,
- резултати истраживања из ове докторске дисертације су јавно публиковани у два рада у међународним часописима са SCI листе.

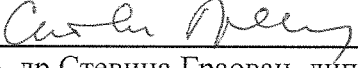
Имајући у виду да је кандидат испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању РС, Статутом Универзитета Одбране у Београду и Статутом Војне академије Универзитета одбране у Београду, Комисија предлаже Наставно-научном већу Војне академије Универзитета Одбране у Београду да докторску дисертацију под насловом **"Синтеза робусног управљања ласерског система праћења са квадрантном фотодиодом"** кандидата потпуковника мр Стојадина Манојловића, дипл. инж. прихвати, стави на увид јавности и закаже усмену јавну одбрану.

У Београду, _____ године.


КОМИСИЈА:


пп ванр. проф. др Миленко Андрић, дипл. инж. - председник,


ред. проф. др Бранко Ковачевић, дипл. инж. - члан,


ванр. проф. др Стевица Граовац, дипл. инж. - члан,


пп доц. др Срђан Митровић, дипл. инж. - члан


ред. проф. др Жарко Барбарић, дипл. инж. - ментор.

Достављено:

Актом:

- наслову,
- архиви.

Електронском разменом:

- Катедри ВЕИ.

31 MAR 2016



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
СЕКТОР ЗА ЉУДСКЕ РЕСУРСЕ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА

Бр. 10-227

БЕОГРАД 20..... ГОД.