

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

1212/2
(Број захтева)Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)02.06.2016.
(Датум)

ЗАХТЕВ
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

**ДИНАМИКА ПОСЕБНИХ КЛАСА СИСТЕМА СА КАШЊЕЊЕМ НА КОНАЧНОМ
ВРЕМЕНСКОМ ИНТЕРВАЛУ**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Аутоматско управљање

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: АЛЕКСАНДРА (МИРКО) ЈОВАНОВИЋ2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Природно математички факултет
Крагујевац3. Година дипломирања: 2010.

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: 2011.Обавештавамо Вас да је _____
Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)на седници одржаној 02.06.2016
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: 1212/2
Датум: 02.06.2016. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **Александра Јовановић**, дипл. математичар-информатичар, бр. 599/1 од 18.03.2013. године да јој се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Драгутин Дебељковић, ред. проф., ментор, др Сретен Стојановић, ванр. проф., ментор, Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитет у Нишу и др Михаило Лазаревић, ред. проф., број 1212/1 од 31.05.2016. 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 02.06.2016. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **АЛЕКСАНДРА ЈОВАНОВИЋ**, дипл. математичар-информатичар испуњава услове за израду докторске дисертације **«ДИНАМИКА ПОСЕБНИХ КЛАСА СИСТЕМА СА КАШЊЕЊЕМ НА КОНАЧНОМ ВРЕМЕНСКОМ ИНТЕРВАЛУ»**.

За менторе студенту **Александри Јовановић**, именују се др Драгутин Дебељковић, ред. проф. и др Сретен Стојановић, ванр. проф., Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитета у Нишу.

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 **Александра М. Јовановић**, дипл. математичара-информатичара, студента докторских студија Катедре за аутоматско управљање за израду докторске дисертације под називом: “**Динамика посебних класа система са кашњењем на коначном временском интервалу**”.

Одлуком Наставно научног већа Машинског факултета бр. од . **599/3** од 28.03.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Александра М. Јовановић**, дипл. мат-инф., студента докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, бр. индекса Д39/11 за израду докторске дисертације и научне заснованости теме “**Динамика посебних класа система са кашњењем на коначном временском интервалу**”.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александра М. Јовановић, рођена је **07.04.1983. год. у Пожаревацу**, где је завршила Пожаревачку гимназију, природно математичког смера.

У периоду од **2002 – 2010** - студира Природно – математички факултет у Крагујевцу, Универзитет у Крагујевцу, (смер математичко - информатички), и стиче звање дипломираног математичара – информатичара које је изједначено са звањем **мастера информатике**.

У току студија остварила је просечну оцену студија од **7,58** (седам и 58/100).

Школске **2011/12** године уписала се на докторске студије на Машинском факултету у Београду, група за Аутоматско управљање и положила све испите на докторским студијама предвиђене наставним планом и програмом.

Током **докторских студија** на Машинском факултету у Београду остварила је просечну оцену студија **9,87** (девет и 87/100).

Од септембра **2010** године била је ангажована за рад на неодређено време у Економско-трговинској школи у Пожаревцу (60% радног времена) и у Политехничкој школи у Пожаревцу (40% радног времена) за радно место професора математике.

Од октобара **2011** године ангажована је на Високој техничкој школи струковних студија у Пожаревцу за сарадника у реализацији вежби из предмета Математика, у зимском семестру, као и вежби из предмета Основи биостатистике, у летњем семестру.

У току **2011** године – обавила је стручно усавршавање на семинару „Унапређивање наставе математике“ од стране Друштва математичара Србије, као и програм „Активног учења“ од стране образовног форума Београд.

На конкурс у расписаном од стране Високе техничке школе струковних студија у Пожаревцу, изабрана је **14. јануара 2016. године**, у звање **асистента** и примљена у радни однос са пуним радним временом, на одређено време до 3 године и то за ужу научну област: **Математика**.

Аутор је и коаутор 10 (десет) радова објављених на научним скуповима у иностранству или објављени у часописима разичитих категорија. Коаутор је једне монографије националног значаја. Говори течно енглески језик а служи се руским и румунским језиком и добро познаје рад на рачунару.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидаткиња је од уписа на докторске студије у школској години 2011/2012., редовно уписала другу годину (школска година 2012/13.) и трећу годину (школска година 2013/14.).

У школској години 2014/15. је први пут обновила трећу годину, а у школској години 2015/16 је други пут обновила трећу годину.

Све испите, на докторским студијама, кандидаткиња је положила **већ у трећој години студија**, крајем 2013. године, остваривши просечну оцену студија 9,87 (девет и 87/100).

Преглед положених испита

Детаљан преглед одслушаних и положених испита, дата је у **Табели бр. 1.**

Табела бр.1.

ЕСПБ	Прва година (2011/12)		Друга година (2012/13)	
	I семестар	II семестар	III семестар	IV семестар
5	Виши курс математике Проф. Др С. Радојевић осена: 10 (deset)	Одабрана поглавља из механике Проф. Др З. Митровић осена: 10 (deset)	Основе рачуна нецелобројног реда са применама у инжењерству Проф. Др М. П. Лазаревић осена: 10 (deset)	Истраживање и публикавање 4 Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић осена: 10 (deset)
5	Нумеричке методе Проф. Др М. Спалевић осена: 10 (deset)	Системи са кашњењем Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић осена: 10 (deset)	Дескриптивни Линеарни системи Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић осена: 10 (deset)	Пројекат идеје докторске дисертације осена: 10 (deset)
5	ОМНИР и комуникације Проф. Др М. Недељковић осена: 10 (deset)	Стабилност кретања система Проф. Др З. Митровић осена: 9 (devet)	Истраживање и публикавање 3	
5	Естимација линеарних система Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић осена: 10 (deset)	Истраживање и публикавање 2 Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић осена: 10 (deset)	Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић осена: 10 (deset)	

10	Истраживање и публикавање 1 Проф. Др Драгутин Љ. Дебељковић оцена: 10 (deset)			
Укупно ЕСПБ	5+5+5+5+10= 30	5+5+4,5+15= 29,5	5+5+20= 30	8+22= 30
Просечна оцена	9,87 (девет и 87/100)			

Напомена: Кандидаткиња је положила **4** (четири) обавезна, **5** (пет) изборних и **4** (четири) предмета везана за истраживања и публикавање радова и одбранила **Пројекат** идеје докторске дисертације.

Одбрана Пројекта идеје дисертације

Кандидаткиња је одбранила **Пројекат** идеје докторске дисертације оценом 10 (десет) из области Анализе и синтезе посебних класа система аутоматског управљања на коначном временском интервалу пред Комисијом у саставу: др Драгутин Љ. Дебељковић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, др Михаило П. Лазаревић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду и др Сретен Б. Стојановић, ванредни професор, Технолошки факултет Лесковац, Универзитета у Нишу.

Сагласно програму за докторске студије кандидаткиња је са положеним испитима, истраживањима и публикованим радовима и одбрањеним Пројектом идеје докторске дисертације, остварила потребан број бодова и уписала трећу годину, чиме је испунила услов за пријаву докторске дисертације.

Држање наставе

Кандидаткиња је, као сарадник на Високој техничкој школи струковних студија у Пожаревцу, од уписа докторских студија 2011. године до подношења захтева за одобрење дисертације, активно учествовала у држању вежби на предметима: Математика, Биостатистика, Математичко моделирање екосистема, Механика, Примена рачунара, Софтверски алати и Инжењерска графика

Објављени радови

Рад у међународном часопису M23

[1] Debeljkovic, D. Lj, S. B. Stojanovic, A. M. Jovanovic “Finite Time Stability of Continuous Time Delay Systems: Lyapunov – like Approach with Jensen’s and Coppel’s Inequality”, *Acta Polytechnica Hungarica (Hungary)*, Vol. 10, No. 7, (2013), pp. 135 – 150, ISSN 1785 – 8860, IF: 0.471

Радови саопштени и објављени

у зборницима радова са међународних конференција M33

[1] I. M. Buzurović, D. Lj. Debeljković, A. M. Jovanović, “An Efficient Method for Finite Time Stability Calculation of Continuous Time Delay Systems”, *Proc. ASCC 2013*, Istanbul (Turkey), June 23 – 26 June 2013, 978-1-4673-5769-2/13/\$31.00 ©2013 IEEE., **(bez paginacije)**.

[2] D. Lj. Debeljković, S. B. Stojanović, A. M. Jovanović, M. Misić, “Stability of Discrete Descriptor Time Delay Systems on Finite Time Interval: New Delay Dependent Conditions”, *Proc. 13th MELECON*, Chania (Greece), June 25 – 28, (2013) pp. 652 – 657. 978-1-4799-0995-7/13/\$31.00 ©2013 IEEE .

[3] Debeljkovic, D. Lj., I. M. Buzurovic, S. B. Stojanovic, A. M. Jovanovic, “Novel Conditions for Finite Time Stability of Discrete Time Delay Systems”, *Proc. ICSSE 2013*(IEEE International Conference on System Science and Engineering), July 4 – 6, 2013, Budapest (Hungary), CD-Rom, ISSN 978-1-4799-0007-7.

[4] Debeljkovic, D. Lj., I. M. Buzurovic, A. M. Jovanovic, N. J. Dimitrijevic, G. V. Simeunovic, “ Delay-Dependent Conditions for Finite Time Stability of Continuous Systems with Latency”, *Proc. of 10th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, Subotica, (Serbia), 23 – 26 September, (2013), 161 – 166, pp. 161 – 166, also CD – Rom. 978-1-4799-0305-4/13/\$31.00 ©2013 IEEE

[5] Buzurovic, I. M., D. Lj. Debeljkovic, A. M. Jovanovic, G. V. Simeunovic, “ On Finite Time Stability of Continuous Time Delayed Systems: New Delay Dependent Conditions”, *Proc. Chinese Control and Decision Conference CCDC 2012*, Qingdao (China), 23 – 25, May, (2015), pp. 5384 – 5389, 978-1-4799-7016-2/15/\$31.00_c 2015 IEEE,

[6] Buzurovic, I. M., D. Lj. Debeljkovic, A. M. Jovanovic, G. V. Simeunovic, “ On Attractive Practical Stability of Systems with State Delay: A New Algebraic Inequalities Approach”, *Proc. Chinese Control and Decision Conference CCDC 2012*, Qingdao (China), 23 – 25, May, (2015), pp. 5360 – 5365, ISSN 978-1-4799-7016-2/15/\$31.00_c 2015 IEEE

Монографија националног значаја M42

[1] Д. Љ . Дебељковић , М. А. Мишић , А. М. Јовановић , Линеарни сингуларни системи са чистим временским кашњењем, IV део, Машински факултет , Београд , 2014. стр . 448 , ISBN- 978 - 86 - 7083 - 792 - 8 .

Рад у часопису националног значаја M51

[1] D. Lj. Debeljkovic, S. B. Stojanovic, A. M. Jovanovic, “Further Results on Finite Time and Practical Stability of Linear Continuous Time Delay Systems”, *FME Trans. Vol. 41, No. 3* (2013) pp. 241 – 249.

Рад у часопису националног значаја M52

[1] А. М. Јовановић, “Одређивање времена у раду логичких кола”, *Техника*, бр. 2., 2011. пп. 227 – 230.

[2] А. М. Јовановић, М. П. Јовановић, “Формирање математичког модела погодности одржавања пнеуматских дигиталних система аутоматског управљања, *Техника*, бр. 5, 2012. пп. 755 – 760.

Остале релевантне референце

У току 2011 године – обавила је стручно усавршавање на семинару „Унапређивање наставе математике“ од стране Друштва математичара Србије, као и програм „Активног учења“ од стране форума Београд.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Научно-стручним и истраживачким активностима у периоду од 2011. до 2016. године кандидаткиња је показала висок степен заинтересованости, одговорности, креативности и способности за инжењерски и научни рад, као и спремност да се безрезервно упусти у решавање сериозних теоријских, практичних и истраживачких задатака.

Постигнути резултати огледају се у следећем:

Публиковани радови и ангажовање у наставном процесу на својој школи указују на изразит смисао кандидаткиње да се бави научно-истраживачким радом и високо школским наставним процесом.

Радови урађени током докторских студија, као и обављене истраживачке активности указују на изразит смисао кандидаткиње да се бави експерименталним истраживањима и да их складно повеже, у поступку верификације, са теоријским.

На основу биографских података, положених испита на докторским студијама, научних и стручних активности, објављених радова Комисија сматра да постигнути резултати квалификују кандидаткињу за успешан и ефикасан научно-истраживачки рад на предложеној теми, при чему се очекује да резултати истраживања буду практично имплементирани.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет научне расправе у предложеној докторској дисертацији су две посебне класе линеарних система са чистим временским кашњењем присутним у стању система, као и њихово динамичко понашање на коначном временском интервалу.

Наиме, већ од седамдесетих година двадесетог века, системи са чистим временским кашњењем привлаче велику пажњу научне и стручне јавности.

Њихова појава у роботизи, дугачким хидрауличним и пнеуматским и електричним водовима, динамици летелица и великим системима подстакла је бројне научнике да се њима интензивно баве.

Присуство чисто временског кашњења, без обзира да ли је оно присутно у управљању и/или у стању може да произведе нежељене прелазне карактеристике па чак и нестабилност.

Последње поменути случај веома је чест када су у питању системи аутоматског управљања са повратном спрегом.

Због тога је овај проблем наишао на велико интересовање код многих истраживача.

У општем случају разматрање проблема који укључује и чисто временско кашњење повлачи далеко сложенију математичку анализу.

Овде разматрана класа система, описана је у математичком смислу у виду система диференцијалних једначина, са помереним аргументом, поседује читав низ додатних специфичности и особина које се не сусрећу код стандардних континуалних система аутоматског управљања и описана је у простору стања следећим математичким моделом:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = A_0 \mathbf{x}(t) + A_1 \mathbf{x}(t - \tau) \quad (1)$$

када су у питању континуални системи са кашњењем, а:

$$\mathbf{x}(k+1) = A_0 \mathbf{x}(k) + A_1 \mathbf{x}(k - h) \quad (2)$$

када су у питању дискретни системи са кашњењем и са одговарајућим функцијама почетних услова, где је са τ , односно h означава чисто временско кашњење у [стању](#).

Континуални сингуларни системи, у математичком смислу, представљају динамичке системе описане комбинацијом алгебарских и диференцијалних једначина, што не дозвољава њихово представљање у класичном облику векторске диференцијалне једначине стања, а самим тим и онемогућава решавање тог система једначина уобичајеним методама које се користе за решавање “нормалних” система.

У том смислу, алгебарске једначине представљају ограничење наметнуто решењу, односно решавању дела система који садржи диференцијалне једначине.

Као могућа комбинација претходних класа система (система са кашњењем и сингуларних система), ваља истаћи да постоји велики број система аутоматског управљања у којима је изражен истовремени феномен чисто временског кашњења и евидентна сингуларност тако да ова класа система позната под именом *Сингуларни системи са кашњењем* заслужује посебну пажњу имајући у виду да недвосмислено обједињује раније указане специфичности појединачних класа,

Ови системи имају многе специфичне карактеристике.

У математичком смислу ова класа система аутоматског управљања представљена је куплованим системом диференцијалних једначина са помереним аргументом, којима је придружен систем одговарајућих алгебарских једначина које у општем случају могу бити, такође, са помереним аргументом или без њега.

Прво поменути случај далеко је сложенији и у таквим приликама њихов математички запис у простору стања, за континуални случај, може бити дат у следећем облику:

$$E\dot{\mathbf{x}}(t) = A_0\mathbf{x}(t) + A_1\mathbf{x}(t - \tau) \quad (3)$$

или дискретни:

$$E\mathbf{x}(k+1) = A_0\mathbf{x}(k) + A_1\mathbf{x}(k - h) \quad (4)$$

са обавезно сингуларном матрицом E и осталим константним системским матрицама.

Као и код система са кашњењем првобитно стање система исказује се кроз функцију конзистентних почетних услова.

У пракси је често од посебног интереса, не само испитивати стабилност система по Љапунову, већ је од далеко већег значаја утврдити да ли трајекторије система при његовом кретању у простору стања досежу или остају унутар раније прописаних граница.

Систем може да буде стабилан у смислу Љапунова а потпуно неупотребљив са становишта његових показатеља кретања у простору стања. Ту се у првом реду мисли на недозвољени прескок или неприхватљиво дуго време смирења.

Због тога је сасвим оправдано кретање система посматрати унутар унапред прописаних граница које се могу усвојити у облику хипер-цилиндра у простору стања који могу бити схваћени као скупови дозвољених стања у којима се систем може наћи. Исти ти скупови могу бити стационарни или временски променљиви и потребно је да буду унапред дефинисани.

Мимо тога, од посебног је интереса да се и динамичко понашање система посматра на коначном временском интервалу.

Границе до којих достиже одзив система било у слободном било у принудном радном режиму представља веома значајан проблем са инжењерско-техничке тачке гледишта.

Уважавајући ову чињеницу појавио се велики број дефиниција практичне стабилности и стабилности на коначном временском интервалу.

Грубо говорећи, ове дефиниције се базирају на унапред одређеним границама дозвољених почетних стања система као и на дозвољеним границама у којима се очекује кретање разматраног система.

У инжењерским применама ова чињеница добија посебно на тежини, а некада постаје и круцијална када се, на пример, ради о проценама кретања система у простору стања и неопходности увођења адекватног управљања.

Самим тим, изучавање концепта практичне стабилности и стабилности на коначном временском интервалу представља посебан изазов за сваког истраживача, код класичних система са кашњењем, код сингуларних система а у посебном случају и код *сингуларних система са чистим временским кашњењем* где се сви овакви проблеми изузетно *усложњавају*.

Имајући у виду изнете чињенице, природно је овај концепт проширити и на ову класу система, где постоји читав низ отворених питања које треба истражити и дати коначне резултате.

Посебна група резултата очекује се у примени једне нове технике базиране на различитим мајоризацијама а у свему осталом слична постојећој ЛМИ техници (linear matrix inequalities), као и компаративно сагледавање и предност нових евентуалних резултата у односу на садашње постојеће.

У том смислу очекује се допринос у односу на све три класе разматраних система.

Мимо тога класичан поступак синтезе на коначном временском интервалу, није још у целости решен.

Поступци стабилизације, обично стабилизују систем и чине га асимптотски стабилним, чиме се прелази у сферу њапуновске стабилности.

Циљ овог рада је да се овлада техником која ће обезбедити да системи који у отвореном колу дејства не испуњавају дати критеријум на задатом коначном временском интервалу, постану то стабилизацијом, преко познатих метода подешавања полова било по стању било по излазу, тако да будуће синтетизован систем у затвореном колу задовољи дате довољне услове стабилности на коначном временском интервалу.

Велики допринос био било решење чак и за обичне системе а посебно ако се реши проблем за овде разматране класе система, где је тај проблем евидентно далеко сложенији.

Неке од најважнијих публикација у овој области су:

Amato, F., M. Ariola, C. Cosentino, C. Abdallah, P. Dorato, "Necessary and Sufficient Conditions for Finite-Time Stability of Linear Systems", *Proc. of the 2003 American Control Conference*, Denver (Colorado), **5** (2003) 4452-4456.

Amato, F., M. Ariola, C. Cosentino, M. Carbone, "Finite-Time Stability of Discrete-Time Systems", *Proc. of the 2004 American Control Conference*, Boston (Massachusetts) (2004.a) 1440-1444.

Amato, F., M. Ariola, C. Cosentino, "Finite-Time Control of Linear Time-Varying Systems via Output Feedback", *Proc. 16th IFAC World Congress*, Pague, July 18 - 21, (2005) pp. 123 – 128.

Dorato, P., "Short Time Stability in Linear Time-Varying Systems", *Proc. IRE International Convention*, (6) (1961) 83-87

D. Lj. Debeljkovic , S. A. Milinkovic, **Finite Time Stabily of Time Delay Systems**, GIP Kultura, Belgrade, 1999.

D. Lj. Debeljkovic, S. A. Milinkovic, S. B. Stojanovic, **Stability of Time Delay Systems over Finite and Infinite Time Interval**, Cigoja press, Belgrade, 2005.

D. Lj. Debeljkovic, **Stability of Control Systems over Infinite Time Interval**, Mechanical FacultyEngineering, Belgrade, 2009. ISBN 978-86-7083-679-9

D. Lj. Debeljkovic, **Linear Singular Systems with Time Delay: Stabily, Robustness, Stabilizability and robustness stabilizability, Part I**, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2010. ISBN 978 – 86 – 7083 – 682 – 2.

D. Lj. Debeljkovic, S. B. Stojanovic, N. J. Dimitrijevic, **Stability of Particular Classes of Linear Control Systems over Finite and Infinite Time Interval**, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2010. ISBN 978 - 86 - 7083 - 682 - 2.

D. Lj. Debeljkovic- **Editor**, *Time Delay Systems*, I-Tech, , (монографија) Vienna, (Austria), **2011**, ISBN 978-953 - 307-559-4

D. Lj. Debeljkovic, S. B. Stojanovic, **Systems, Structure and Control - Editor** Petr Husek, - **Chapter** : *Asymptotic Stability Analysis of Linear Time Delay Systems: Delay Dependent Approach*, I - Tech, Vienna, **2008**, pp. 029 - 060. ISBN 978-7619-05-3.

D. Lj. Debeljkovic, **Stability of Automatic Control Systems over Finite and Infinite Time Interval**, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2011. ISBN 978 - 86 - 7083 - 694 - 5.

D. Lj. Debeljkovic, S. B. Stojanovic, D. S. Antic, **Stability of Control Systems over Infinite Time Interval Part II**, Mechanical Faculty Engineering, Belgrade, 2013. ISBN 978 - 86 - 7083 - 780 - 5

S. B. Stojanovic, D. Lj. Debeljkovic, D. S. Antic, **Stability of Control Systems over Infinite Time Interval Part III**, Technology Faculty, Leskovac, 2015. ISBN 978 - 86 - 89429 - 11- 4.

2.2 Циљеви и опсег истраживања

У оквиру дисертације, која се односи на динамику посебних класа система аутоматског управљања потребно је извршити теоријска истраживања, верификована симулационим процедурама а која треба да доведу до реализације очекиваних научних доприноса:

1. Систематско и хронолошко проучавање до сада постигнутих резултата на изучавању динамике система са кашњењем, како временски континуалних тако и временски дискретних система са чистим временским кашњењем присутним у стању система.
2. Детаљно систематско и хронолошко проучавање до сада постигнутих резултата на изучавању динамике сингуларних и дескриптивних система са чистим временским кашњењем, присутним у стању система а и у управљачким величинама.
3. Ригурозно проучити суштинска својства поменутих класа система аутоматског управљања са позиција значајних за стабилност система, са посебним освртом на стабилност на коначном временском интервалу и практичну стабилност.
4. Размотрити детаљно концепт стабилности у нељапуновском смислу и његов значај са инжењерске тачке гледишта и упоредити, са истог аспекта, његов значај у односу на стабилност у смислу Љапунова.

Очекивани резултати би формирали нове критеријуме стабилности, поменутих класа система аутоматског управљања на коначном временском интервалу и показали њихову мању конзервативност у односу на постојеће резултате у савременој литератури, имајући у виду да је реч о само довољним условима стабилности.

3. **Полазне хипотезе**

Непосредни циљ истраживања односи се на формирање нових довољних услова за испитивање стабилности посебних класа система са кашњењем на коначном временском интервалу и то критеријума који ће узети у обзир износ чисто временског кашњења и оних који то неће.

Истраживање се јасно ослања на велики број постојећих резултата са јасном потребом њихових побољшања, проширивања и имплементацији на овде разматране класе система.

Исти ти већ познати резултати представљају снажну полазну основу и инспирацију за тражење нових прилаза и резултата који ће по својој природи бити, или њихов логичан наставак, или потпуно нов прилаз.

У том смислу круцијални задатак је прикупити и детаљно проучити постојећу [литературу](#).

4. Научне методе истраживања

- Методе моделирања комплексних објеката и процеса система аутоматског управљања
- Методе теоријског испитивања и анализе посебних класа система са кашњењем.
- Методе синтезе континуалног управљања на коначном временском интервалу
- Савремене методе оптимизације неопходне у изналажењу одрживих решења у поступцима примене линеарних матричних неједнакости.
- Познавање снажог математичког апарата оличеног у применама теорије диференцијалних једначина, линеарне алгебре, коначно димензионих векторских простора, операторског рачуна, функционалне анализе и теорије скупова.
- Користе се аналитичко – теоријски прилази, са класичном симулацијом подржаном савременим пакетима, типа MATLAB или Simulink

5. Очекивани научни допринос

Према постављеним хипотезама, очекивани научни резултати истраживања у овој дисертацији су:

- Нови алгебарски критеријуми за испитивање стабилности на коначном временском интервалу различитих класа временски континуалних и временски дискретних система са кашњењем у стању система, **који не узимају** у обзир износ чисто временског кашњења.
- Критеријума за испитивање стабилности на коначном временском интервалу различитих класа временски континуалних и временски дискретних система са кашњењем у стању система, **који узимају** у обзир износ чисто временског кашњења, са позиција примене конвулционог интеграла закаснелих стања система и/или линеарних матричних неједнакости.
- Аналитички услови за тестирање како **стабилности** тако и **робусности** посебне класе временски континуалних сингуларних и временски дискретних дескриптивних система са кашњењем са становишта нељапуновске стабилности.
- **Домен стабилности** свих класа проучаваних система, сходно усвојеним концептима.
- Методологија **синтезе управљања** на коначном временском интервалу за раније разматране класе система.

Будући резултати унапређују истраживања у овој области јер нуде нове услове, који би требало да **буду мање рестриктивни**, од постојећих, имајући у виду да се ради само о довољним условима овог концепта стабилности, што је сасвим прихватљиво и довољно за инжењерску праксу.

Ова група резултата унапредила би постојећа сазнања у сфери динамичке анализе класе разматраних система а посебан допринос очекује се у сфери разрешења значајног питања синтезе на коначном временском интервалу, до сада мало истраживаног у литератури по прилазу који се предвиђа у овој дисертацији.

Конкретна примена може се спровести на било каквом реалном постројењу, објекту или процесу уколико се располаже веродостојним математичким моделом истог и то у поступцима симулације, који се ослањају на снажне програмске пакете (МАТЛАБ, СИМУЛИНК, итд).

6. План истраживања и структура рада

Истраживања обухватају следеће фазе.

Прва подразумева истраживање стања науке у овој области кроз суштинско проучавање целокупне области развоја проблема стабилности на коначном временском интервалу

Паралелно са проучавањем ове области активности на реализацији ове дисертације су усмерене на проучавање постојећи резултата и генерисање нових који се могу формирати различитим прилазима, што све заједно дозвољава да се једном озбиљном компаративном анализом изврши њихово поређење са становишта конзервативизма, имајући у виду да се добијају само довољни услови овог концепта стабилности.

Структура рада би могла да буде следећа

Увод – Основан поставка проблема, особине и специфичности разматраних класа система са позиција могуће димамичке анализе. Систематски, хронолошки преглед досадашњих резултата истраживања

Теоријске основа у оквиру које би се детаљано проучиле посебне класе временски континуалних система са кашњењем, па све до сингуларних система са кашњењем и њихових дискретних аналога. Стабилност на коначном временском интервалу, феномен, дефиниције, услови стабилности за разматране класе система. Анализа и синтеза првенствено намењена системима у отвореном колу дејства, сходно усвојеном концепту и њихова стабилизација методама подешавања полова.

Формулација нових довољаних услова стабилности – још увек недовољан број ефикасних критеријума за испитивање поменутих класа система на коначном временском интервалу. Формирање нових довољних услова за испитивање стабилности на коначном временском интервалу, мање рестриктивних од постојећих и компаративна анализа са нумеричког становишта.

Синтеза - Синтеза континуалног и дискретног управљања за разматране класе система, на коначном временском интервалу а сходно раније изведеним критеријумима.

Закључак истраживања – Закључци истраживања непосредно проистичу из претходне тачке, односно остварених резултата и припадајуће дискусије а истовремено одређују правце могућих будућих истраживања у светлу или даљег још дубљег истраживања или могућих проширења овде добијених резултата на нове класе система.

Имајући у виду да су крајњи домети дисертације усмерени искључиво на довољне услове нељапуновских концепата стабилности, анализа резултата и одговарајући критички осврт иду у правцу компаративне анализе, чији је основни циљ показати да су овде добијени резултати мање конзервативни или мање рестриктивни него постојећи.

То се лако показује, јасно уколико су резултати бољи, на неким еклатантним примерима присутним у постојећој светској признатој литератури, при чему се мисли на неке појединачне резултате публиковане у реномираним часописима из ове области.

7. Закључак и предлог

Анализом података из пријаве кандидаткиње Александре М. Јовановић, дипл. математичара, Д-39/11, Комисија закључује да је предложена тема савремена, инспиративна и подобна за израду докторске дисертације, као и да кандидаткиња испуњава све законом предвиђене услове и да има истраживачке способности за рад на предметној докторској дисертацији.

Имајући у виду све наведено Комисија предлаже Већу докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидаткињи

Александри М. Јовановић, дипл. мат.- инф. - Д 39/11

одобри израду докторске дисертације под називом:

**ДИНАМИКА
ПОСЕБНИХ КЛАСА СИСТЕМА СА КАШЊЕЊЕМ
НА КОНАЧНОМ ВРЕМЕНСКОМ ИНТЕРВАЛУ**

у научној области **Аутоматско управљање**, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

За **менторе** за рад на дисертацији предлажу се: проф. Др. **Драгутин Љ. Дебељковић**, редовни професор на Катедри за аутоматско управљање Машинског факултета Универзитета у Београду, и Др **Сретен Б. Стојановић**, ванредни професор Технолошког факултета у Лесковцу, Универзитета у Нишу.

Београд, 20.05. 2016. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ :

Др **Драгутин Љ. Дебељковић**, редовни професор, **ментор**, Машински факултет, Универзитет у Београду

Др **Сретен Б. Стојановић**, ванредни професор **ментор** Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитет у Нишу.

Др **Михаило П. Лазаревић**, редовни професор Машински факултет Универзитет у Београду

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Др Драгутин Љ. Дебељковић

Звање: Редовни професор

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

1. Sreten B. Stojanovic, **Dragutin Lj. Debeljkovic**, Dragan S. Antic, **The application of different Lyapunov-like functionals and some aggregate norm approximations of the delayed states for finite-time stability analysis of linear discrete time-delay systems**, *The Journal of the Franklin Institute*, vol. **351**, pp. 3914–3931, **2014**, DOI: 10.1515/bpasts-2015-0055, ISSN **0016-0032**, IF: **2.395**, M₂₁
2. Sreten B. Stojanovic, **Dragutin Lj. Debeljkovic**, Dragan S. Antic, **Finite-time stability and stabilization of singular state-delay systems using improved estimation of a lower bound on a Lyapunov-like functional**, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, Technical Sciences, vol. 63 no. 2, pp. 479-487, **2015**, Vol. **63**, No. **2** (2015), pp. 479 - 487, ISSN: **0239 -7528**, IF: **0,914**, M₂₂
3. Sreten B. Stojanovic, **Dragutin Lj. Debeljkovic**, Dragan S. Antic, **Robust finite-time stability and stabilization of linear uncertain time-delay systems**, *Asian Journal of Control*, Vol. 15 No. 5, pp. 1548–1554, **2013**, DOI: 10.1002/asjc.689, ISSN **1561 – 8625**, IF: **1556**, M₂₂
4. **Debeljkovic, D. Lj**, S. B. Stojanovic, A. M. Jovanovic “**Finite Time Stability of Continuous Time Delay Systems: Lypunov – like Appoach with Jensen’s and Coppel’s Inequality**”, *Acta Polytechnica Hungarica (Hungary)*, Vol. 10, No. 7, (2013), pp. 135 – 150, ISSN **1785 - 8860**. IF: **0,471**, M₂₃
5. Kablar A. N., V. M. Kvrđić, **D. Lj. Debeljkovic**, , “**Robust Stability of Singularly Impulsive Dynamical Systems** ”, *Famena (Croatia)*, Vol. XXXIX, No. 2, (2015), pp. 23 – 32, ISSN **1333 - 1124**, IF: **0.476** , 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

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Др Сретен Б. Стојановић

Звање: Ванредни професор

Технолошког факултета у Лесковцу, Универзитет у Нишу

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

1. **Sreten B. Stojanovic**, Dragutin Lj. Debeljkovic, Dragan S. Antic, **The application of different Lyapunov-like functionals and some aggregate norm approximations of the delayed states for finite-time stability analysis of linear discrete time-delay systems**, The Journal of the Franklin Institute, vol. 351 pp. 3914–3931, **2014**, DOI: 10.1515/bpasts-2015-0055, ISSN 0016-0032, IF: 2.395, M₂₁
2. **Sreten B. Stojanovic**, **Further improvement in delay-dependent finite-time stability criteria for uncertain continuous-time systems with time-varying delays**, IET Control Theory & Applications, **2016**, vol. 10 no. 8, pp. 926-938, **2016**, DOI:10.1049/iet-cta.2015.0990, , ISSN 1751-8644, IF: 2.048, M₂₁
3. **Sreten B. Stojanovic**, Dragutin Lj. Debeljkovic, Dragan S. Antic, **Finite-time stability and stabilization of singular state-delay systems using improved estimation of a lower bound on a Lyapunov-like functional**, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences, vol. 63 no. 2, pp. 479-487, **2015**, Vol. **63**, No. **2** (2015), pp. 479 - 487, ISSN: 0239 -7528, IF: 0,914, M₂₂
4. **Sreten B. Stojanovic**, "New Results for Finite-Time Stability of Discrete-Time Linear Systems with Interval Time-Varying Delay," Discrete Dynamics in Nature and Society, vol. 2015, Article ID 480816, 15 pages, **2015**, DOI:10.1155/2015/480816, ISSN 1026 – 0226, IF: 0,877, M₂₂
5. **Sreten B. Stojanovic**, Dragutin Lj. Debeljkovic, Dragan S. Antic, **Robust finite-time stability and stabilization of linear uncertain time-delay systems**, Asian Journal of Control, Vol. 15 No. 5, pp. 1548–1554, **2013**, DOI: 10.1002/asjc.689, ISSN 1561 – 8625, IF: 1556, M₂₂

(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
