

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)

129/8

(Број захтева)

29.09.2022. 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:

**ВЛАДИМИРА (РАДОМИР) ЗАРИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ВЛАДИМИР (РАДОМИР) ЗАРИЋ**

уписан на Докторске студије 2014. год.

(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

**УСЛОВНА ОПТИМИЗАЦИЈА ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА ПРИМЕНОМ ПОТПУНЕ ПРЕНОСНЕ ФУНКЦИЈЕ**

Универзитет је дана 12.04.2022. год. својим актом под бр. 61206-1158/2-22 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

**УСЛОВНА ОПТИМИЗАЦИЈА ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА ПРИМЕНОМ ПОТПУНЕ ПРЕНОСНЕ ФУНКЦИЈЕ**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

**ВЛАДИМИРА (РАДОМИР) ЗАРИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 14.07.2022. године, одлуком факултета под бр. 129/7, у саставу:

| Име и презиме члана<br>комисије | звање       | научна област           | установа у којој је запослен                                                    |
|---------------------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <u>Др Радиша Јовановић</u>   | ред. проф.  | Аутоматско<br>управљање | Машински факултет Београд                                                       |
| 2. <u>Др Драган Лазић</u>       | ред. проф.  | Аутоматско<br>управљање | Машински факултет Београд                                                       |
| 3. <u>Др Милан Ристановић</u>   | ред. проф.  | Аутоматско<br>управљање | Машински факултет Београд                                                       |
| 4. <u>Др Срђан Рибар</u>        | ванр. проф. | Аутоматско<br>управљање | Машински факултет Београд                                                       |
| 5. <u>Др Драган Пршић</u>       | ванр. проф. | Аутоматско<br>управљање | Универзитет у Крагујевцу<br>Факултет за машинство и грађевинарство<br>у Краљеву |

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 29.09.2022. године.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић

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: 129/9  
Датум: 29.09.2022. године  
Београд, Краљице Марије 16

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 64. Статута Машинског факултета – пречишћени текст (број 1136/4 од 28.06.2021. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Радиша Јовановић, ред. проф., ментор, др Драган Лазић, ред. проф., др Милан Ристановић, ред. проф., др Срђан Рибар, ванр. проф. и др Драган Пршић, ванр. проф., Универзитет у Крагујевцу, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву о оцени докторске дисертације **„Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“** студента докторских студија **Владимира Зарића, маг. инж. маш.**, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 29.09.2022. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„УСЛОВНА ОПТИМИЗАЦИЈА ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА ПРИМЕНОМ ПОТПУНЕ ПРЕНОСНЕ ФУНКЦИЈЕ“** студента **ВЛАДИМИРА ЗАРИЋА, маг. инж. маш.**

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

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

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић

## ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Владимира Р. Зарића**,  
маст. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 129/7 од 14.07.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Зарића, маст. инж. маш., под насловом

**„Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом  
потпуне преносне функције“.**

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

## РЕФЕРАТ

### 1. УВОД

#### 1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Владимир Зарић је школске 2014/2015. године уписао прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду. Све испите предвиђене планом докторских студија положио је са просечном оценом 9,93 (девет и 93/100).

Кандидат је 30.12.2021. године поднео захтев број 2419/1 да му се одобри израда докторске дисертације на Машинском факултету Универзитета у Београду, а за ментора је предложио др Радишу Јовановића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду. На основу сагласности Катедре за аутоматско управљање број 129/1 од 24.01.2022. године, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду 10.02.2022. године доноси Одлуку број 129/2 о именовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата Владимира Зарића, студента докторских студија на Машинском факултету у Београду, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме: „Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“ у саставу:

- др Радиша Јовановић (ментор), редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Драган Лазић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Милан Ристановић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Срђан Рибар, ванредни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Драган Пршић, ванредни професор, Универзитет у Крагујевцу – Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.

На основу извештаја наведене комисије, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду 10.03.2022. године доноси Одлуку број 129/4 да се прихвата научна заснованост

теме докторске дисертације, констатује да кандидат испуњава све услове за израду дисертације, а за ментора се именује др Радиша Јовановић, редовни професор Машинског факултета. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду 12.04.2022. године доноси Одлуку број 61206-1158/2-22 којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Владимира Зарића, под насловом: „Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“.

На основу обавештења проф. др Радише Јовановића да је кандидат Владимир Зарић завршио докторску дисертацију под насловом: „Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“, и предлога Катедре за аутоматско управљање број 129/6 од 08.07.2022. године, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници одржаној 14.07.2022. године доноси одлуку број 129/7 којом се именују чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Радиша Јовановић (ментор), редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Драган Лазић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Милан Ристановић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Срђан Рибар, ванредни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Драган Пршић, ванредни професор, Универзитет у Крагујевцу – Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву.

## 1.2 Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидата Владимира Зарића под насловом „**Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције**“, припада области техничких наука – машинству, ужој научној области Аутоматско управљање, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

Изработом докторске дисертације руководио је др Радиша Јовановић, редовни професор на Катедри за аутоматско управљање Машинског факултета Универзитета у Београду.

## 1.3 Биографски подаци о кандидату

Владимир Зарић је рођен 05.06.1990. године у Ивањици, Република Србија. Основну школу завршио је у Ивањици са одличним успехом при чему је награђен дипломом „Вук Стефановић Караџић“. Са одличним успехом је завршио и сва четири разреда природно-математичког смера Гимназије у Ивањици.

Машински факултет Универзитета у Београду уписао је школске 2009/2010. године. Основне академске студије завршио је 13.07.2012. године са просечном оценом 9,51 (девет и 51/100). Мастер академске студије Машинског факултета Универзитета у Београду уписује школске 2012/2013. године, при чему бира модул за аутоматско управљање, и завршава их 08.10.2014. године са просечном оценом 9,40 (девет и 40/100). Мастер рад из предмета Рачунарско управљање, насловљен „Рачунарско аутоматско управљање транслаторног обрнутог клатна“ одбранио је са максималном оценом 10. Похвале Машинског факултета, за изванредан успех током студија, добио је сваке године у периоду од 2010-2014. године. Као одличан студент био је стипендиста општине Ивањица и Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

У току 2013. године похађао је курс компаније Siemens под називом TIA-MICRO1. Овај курс се заснива на најновијим програмабилним логичким контролерима S7-1200 серије и најновијој верзији софтвера за програмирање SIMATIC контролера – Step 7 Professional/TIA PORTAL. По завршетку курса стекао је званични Siemens SITRAIN сертификат о завршеној обуци.

Школске 2014/2015. године уписује Докторске академске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду (број индекса Д2/2014) са оријентацијом на даље усавршавање у области аутоматског управљања, а првенствено у области рачунарског управљања, дигиталних система и интелигентних система управљања. Положио је све испите са просечном оценом 9,93 (девет и 93/100).

Познаје програмске језике и пакете C, MATLAB, Simulink, Wolfram Mathematica, AutoCad, Solid Works, MS Office, TIA Portal, Latex, CorelDRAW. Активно се служи (говори, чита, пише) енглеским језиком.

Учесник је на пројекту (TR35029) финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије по уговору евиденциони број 451-03-68/2022-14/200105 од 04.02.2022. године.

Кандидат Владимир Зарић је аутор:

- једног рада објављеног у научном часопису међународног значаја са SCI листе категорије M22,
- три рада објављена у научним часописима међународног значаја са SCI листе категорије M23,
- седам радова са међународних конференција штампаних у целини категорије M33.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Владимира Зарића, маг. инж. маш., под називом „Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“ написана је на српском језику, ћириличним писмом и садржи: 116 страна формата A4, 38 слика, 8 табела, 586 нумерисаних израза и 110 библиографских референци.

Докторска дисертација се састоји од следећих поглавља:

1. Увод;
2. Класе објеката и њихови математички модели;
3. Управљачки системи и њихови математички модели;
4. Математички модел затвореног система аутоматског управљања;
5. Потпуна преносна функција: ненулти почетни услови;
6. Релативна стабилност, условна оптимизација и синтеза управљачког система: ненулти почетни услови;
7. Примена нове теорије условне оптимизације на линеарним дискретним системима;
8. Фази управљање и моделовање;
9. Примена нове теорије условне оптимизације на нелинеарним дискретним системима;
10. Закључак.

Осим наведеног, докторска дисертација садржи насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о ментору и члановима Комисије, кратак резиме докторске дисертације на српском и енглеском језику, захвалнице, садржај, списак слика, списак табела, литературу, биографију аутора, Изјаву о ауторству, Изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

## 2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Уводна глава ове дисертације пружа основне поставке проблема које дисертација разматра. На почетку је дат кратак приказ појединачних поглавља. Дате су предности и мане приступа синтезе у улазно-излазном простору у односу на синтезу система у простору стања. Такође, на крају је дат и селективан и хронолошки преглед литературе и досадашњих резултата на пољу изучавања условне оптимизације временски континуалних и дискретних линеарних система аутоматског управљања.

Друга глава се бави разматрањем различитих класа објеката аутоматског управљања. Посматрају се улаз-излаз (УИ) математички модели објеката као и улаз-стање-излаз (УСИ) математички модели објекта. За обе ове класе су дати њихови модели у тоталним координатама, у жељеном радном режиму као и по одступањима.

У трећој глави је приказан преглед могућих управљачких система у УИ и УСИ облику. Пажња је посвећена управљачким системима различитог реда пропорционално-диференчно-сумарног (ПДС) типа од којих су неки примењени на конкретним примерима у каснијим поглављима. Њихови математички модели су дати у тоталним координатама и по одступањима.

Четврта глава је посвећена затвореном систему аутоматског управљања. У њој су обједињени математички модел објекта и математички модел управљачког система како би се добио математички модел целог система јер се на основу њега уочава карактеристични полином целог система, који је неопходан и од круцијалног значаја за разматрања у наредним поглављима.

Пета глава говори о потпуној преносној функцији која је од фундаменталног значаја за ову дисертацију. Дата је њена општа дефиниција и поступак одређивања као и поступак одређивања за УИ систем. Након тога је представљен значај недегенеративне матрице за скраћивање једнаких нула и полова.

Шеста глава објашњава поступак одређивања области (равни) релативне стабилности тако да затворен систем аутоматског управљања има унапред захтевани степен пригушења. У овој дисертацији, постојећа метода, која важи за два подешљива параметра, је проширена и уопштена тако да је дат поступак за одређивање области (површине) релативне стабилности при чему су непозната три подешљива параметра. Затим је предложен и приказан нови поступак условне оптимизације, при чему грешка излазне величине у изразу за индекс перформансе, у облику минималне суме квадрата грешака, истовремено узима у обзир дејство ненултих почетних услова и спољашњег улаза.

У седмој глави је приказана примена развијених метода у овој дисертацији на конкретним примерима. Најпре је извршена условна оптимизација и одређени оптимални параметри ПДС управљачког система првог реда и дати су симулациони резултати поређења класичне теорије која узима у обзир нулте почетне услове са новом теоријом, која узима у обзир ненулте почетне услове. Експериментална верификација предложене методе је извршена на реалном објекту - мотору једносмерне струје, при чему је најпре одређен његов линеарни математички модел. Методом условне оптимизације су одређени оптимални параметри ПС управљачког система нултог реда и приказано побољшање које се добија применом нове теорије у односу на класичну. На крају, у последњем примеру ове главе, развијена методологија условне оптимизације спроведена је на истом реалном објекту, само је овог пута идентификован линеарни модел и изабран ПД управљачки систем првог реда. Симулациони и експериментални резултати, као и у претходном примеру, показују предности нове теорије у односу на класичну у реалном случају када објект крене са радом из ненултих почетних услова.

Осма глава обрађује дискретне Такаги-Сугено (ТС) фази системе који представљају класу нелинеарних дискретних система, и чија је основна карактеристика да нелинеарно интерполирају динамику неколико линеарних или линеаризованих система. Пројектован је почетни ТС фази модел у коме су функције припадности равномерно распоређене са центрима у номиналним тачкама појединачних линеарних математичких модела објекта термотунела. Почетни ТС фази модел објекта је оптимизован метахеуристичким алгоритмом сивих вукова тако да параметри у премисама фази правила имају оптималне вредности у односу на изабрани индекс перформансе. Затим је урађена синтеза нелинеарног дискретног паралелно расподељеног управљања (PDC) које користи исте функције припадности као и ТС фази модел објекта. На крају, извршена су поређења одзива објекта управљаног локалним линеарним ПС контролером и PDC контролером који користи почетни ТС фази модел, као и PDC контролера који користи оптимални ТС фази модел. Осим на одскочном одзиву, ефикасност развијене методе је тестирана на проблему праћења променљиве задате вредности и на проблему компензације дејства поремећаја.

У деветој глави је теорија условне оптимизације при ненултим почетним условима за линеарне дискретне системе примењена и експериментално верификована на мотору једносмерне струје као објекту управљања, при чему је пројектован нелинеарни дискретни PDC контролер кога чине три локална линеарна ПС управљачка система првог реда. Захваљујући теорији потпуне преносне функције извршено је поређење рада система при ненултим и нултим почетним условима, при чему је остварен мањи индекс перформансе у случају примене нове теорије. Осим овог експерименталног, приказан је и симулациони пример нелинеарног дискретног ТС фази модела објекта спрегнутих резервоара којима се управља помоћу нелинеарног дискретног PDC контролера, а који се састоји од три појединачна оптимална локална линеарна ПС управљачка система нултог реда. Сви резултати указују на то да је метода развијена у овој дисертацији потпунија од класичне зато што узима у обзир ненулте почетне услове из којих објект започиње свој рад. Класична метода даје параметре који би требало да буду оптимални за све почетне услове, што очигледно није испуњено.

У последњој тематској, десетој глави, изложени су основни закључци ове докторске дисертације.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **3.1 Савременост и оригиналност**

Истраживања у области оптимизације линеарних и нелинеарних дискретних система аутоматског управљања изразито су значајна и актуелна, што потврђује велики број радова објављених у научно-стручној литератури током последњих година. Докторска дисертација кандидата Владимира Зарића бави се развојем нове методе условне оптимизације засноване на коришћењу карактеристичног полинома потпуне преносне функције, недегенеративне по врстама. Потпуна преносна функција омогућава да се добију тачни резултати у погледу скраћивања једнаких нула и полова, добијања карактеристичног полинома и одређивања потпуног одзива система. Уз то, користи се и компактни рачун без кога би примена потпуне преносне функције била немогућа. Предложена методологија развијена за линеарне дискретне системе је кроз примену модерних интелигентних техника (фази моделовање и управљање) проширена и успешно примењена и за управљање нелинеарних дискретних система.

У оквиру докторске дисертације примењени су савремени истраживачки поступци уз развој и коришћење најновијих софтверских решења за нумеричке симулације, оптимизацију и извођење експеримената.

Оригиналност добијених резултата у оквиру докторске дисертације потврђују научни радови који су објављени у релевантним међународним часописима и радови изложени на међународним конференцијама.

### 3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је током израде докторске дисертације детаљно истражио постојећу релевантну литературу која покрива разматрану научну област, што је резултовало списком од укупно 110 библиографских референци. Ове референце су послужиле не само као основа за преглед досадашњих истраживања и приказ постојећег стања у разматраној области, већ и као основа за развој нових метода. Најважнији литературни извори су детаљно анализирани. Изузев литературе која је пионирска и фундаментална, у највећем броју случајева наведени научни радови су новијег датума што указује на савременост и актуелност истраживане теме. На основу обима коришћене литературе може се закључити да је кандидат имао темељан увид у досадашње доприносе у овој и другим блиским научним областима. Приложени списак коришћене литературе такође укључује и публикације из часописа међународног значаја, публикације на међународним конференцијама, на којима је кандидат аутор, а који су директно проистекли из рада на докторској дисертацији.

### 3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

У току израде докторске дисертације коришћене су следеће научне методе (теорије):

- Методе математичког моделовања динамичких система (временски непрекидни и временски дискретни модели);
- Методе идентификације и естимације параметара динамичких система;
- Методе анализе, синтезе и условне оптимизације линеарних система аутоматског управљања;
- Из теорије нелинеарних система коришћене су методе анализе и синтезе Љапуновског типа;
- Из теорије фази система коришћене су методе моделовања и управљања динамичких система применом Такаги-Сугено фази система;
- Методе за развој неопходног софтвера у модерним софтверским алатима који омогућава да се изврши симулација рада система на цифарском рачунару, као и физичка реализација алгорита управљања;
- Познавање математичког апарата оличеног у примени теорије диференцијалних и диференцијалних једначина, комплексне анализе, линеарне алгебре и фази логике.

Наведене методе су током истраживања примењене на адекватан начин, а резултати истраживања су експериментално верификовани.

### 3.4 Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања који су остварени у оквиру ове дисертације имају научни али и практични значај у решавању задатака управљања широке класе линеарних дискретних система описаних у улазно-излазном простору, као и класе нелинеарних дискретних система у облику Такаги-Сугено фази система. Предложена метода условне оптимизације за линеарне дискретне системе применом концепта потпуне преносне функције може да задовољи различите захтеве који се постављају техничким објектима у погледу динамичког понашања, узимајући истовремено у обзир и ненулте почетне услове, који су по својој природи често случајне природе. Са друге стране, повећани захтеви при пројектовању ефикасних управљачких система и повећана комплексност модела динамичких система

условили су еволуцију метода управљања ка новим техникама управљања. Фази управљање, као једна од њих, успешно је искоришћена у овој дисертацији да се новоуведена метода условне оптимизације прошири и на једну класу нелинеарних дискретних система, представљених у облику Такаго-Сугено фази система. Предложена техника управљања за ову класу система садржи предности и једног и другог концепта, и свакако налази своје место у практичној примени. Практична, експериментална верификација предложених метода је извршена на три различита техничка објекта, а може се применити и на друге објекте управљања.

### 3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Владимир Зарић је кроз реализацију ове докторске дисертације у потпуности доказао способност за самостално спровођење научно-истраживачког, али и практичног рада. Осим систематичног прегледа савремених истраживања, дефинисања сопствених математичких и нумеричких модела, као и метода оптимизације, спровођења нумеричких испитивања, кандидат је реализовао и бројна експериментална истраживања и извршио упоредне анализе резултата остварених применом развијених и већ постојећих метода. Све ове активности потврђене су и научним радовима које је кандидат публиковао у часописима од међународног значаја, као и у радовима публикованим на међународним конференцијама.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1 Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни допринос кандидата Владимира Зарића и његове докторске дисертације под називом „Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“ огледа се у развоју нове методе условне оптимизације линеарних дискретних система аутоматског управљања засноване на концепту потпуне преносне функције, што је приказано у поглављу 6 докторске дисертације, на странама 37-45 и потпоглављу 7.3 дисертације, на странама 63-71, и објављено у раду [4] категорије M23, у часопису *Technical Gazette*, који је доступан на е-адреси <https://doi.org/10.17559/TV-20191031145233> на коме је кандидат први аутор и једини докторанд.

Део оригиналног научног доприноса приказан је и у потпоглављу 7.1 докторске дисертације, на странама 46-54, и верификован у раду [2] категорије M23, у часопису *Transactions of FAMENA*, доступном на е-адреси <https://doi.org/10.21278/TOF.453014220> на коме је кандидат једини докторанд, као и у потпоглављу 9.1 дисертације, на странама 90-103 дисертације и објављен у раду [1], категорије M22 у часопису *Applied Sciences*, који је доступан на е-адреси <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/15/7705> и на коме је кандидат једини докторанд. Такође, значајан допринос је и оптимизација нелинеарног Такаги-Сугено модела применом метахеуристичког алгоритма и формирање одговарајућег PDC управљања што је приказано у потпоглављу 8.5 дисертације, на странама 79-89 дисертације, и објављено у раду [3] категорије M23, у часопису *Thermal Science*, доступном на е-адреси <https://doi.org/10.2298/TSCI210825324J> на коме је кандидат једини докторанд.

### 4.2 Критичка анализа резултата истраживања

На основу систематичног прегледа предочене научне литературе и постојећих решења из области докторске дисертације, Комисија констатује да су остварени резултати истраживања кандидата Владимира Зарића научно утемељени и изузетно значајни. Сагледавањем

постављених циљева истраживања, полазних претпоставки и остварених резултата приказаних у докторској дисертацији, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва релевантна питања из проблематике којом се докторска дисертација бави. Развијене методе имају примењивост у области оптимизације линеарних и нелинеарних дискретних система аутоматског управљања. Предложени алгоритми управљања за линеарне системе користе по први пут концепт потпуне преносне функције у поступку условне оптимизације, а у циљу добијања динамичког понашања са унапред дефинисаним показатељима. Коначно, развијена методологија је кроз интеграцију са техникама фази моделовања и управљања успешно проширена и на класу нелинеарних дискретних система, а добијени резултати су показали оправданост и значај коришћења потпуне преносне функције.

#### 4.3 Верификација научних доприноса

У следећим научним радовима су верификовани научни доприноси предметне докторске дисертације.

##### Категорија M22:

[1] Jovanović, R., **Zarić, V.**, Bučevac, Z., Bugarić, U., *Discrete-Time System Conditional Optimization Based on Takagi–Sugeno Fuzzy Model Using the Full Transfer Function*, Applied Sciences, vol. 12, no.15, pp. 1-19, 2022, IF=2,838. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/15/7705>

##### Категорија M23:

[2] Gruyitch, L., Bučevac, Z., Jovanović, R., **Zarić, V.**, *Discrete-Time System Conditional Optimisation in the Parameter Space via the Full Transfer Function Matrix*, Transactions of FAMENA, vol. 45, 3, pp. 45-62, 2021, IF=0,743. <https://doi.org/10.21278/TOF.453014220>

[3] Jovanović, R., **Zarić, V.**, *Identification and control of a heat flow system based on the Takagi-Sugeno fuzzy model using the grey wolf optimizer*, Thermal Science, 2022, vol. 26, Issue 3, Part A, pp. 2275-2286, IF=1,625. <https://doi.org/10.2298/TSCI210825324J>

[4] **Zarić, V.**, Bučevac, Z., Jovanović, R., *Discrete-Time System Conditional Optimization in the Parameter Space with Nonzero Initial Conditions*, Technical Gazette, vol. 29, no. 1, pp. 200-207, 2022, IF=0,783. <https://doi.org/10.17559/TV-20191031145233>

##### Категорија M33:

[5] **Zarić, V.**, Bučevac, Z., Jovanović, R., *Conditional optimization of computer automatic control system of an selected plant at arbitrary initial conditions*, IX Triennial International Conference Heavy Machinery HM 2017, C.7-C.12, June 28-July 1, 2017, Zlatibor, Serbia.

[6] Jovanović, R., **Zarić, V.**, Vesović, M., Laban, L., *Modeling and Control of a Liquid Level System Based on the Takagi-Sugeno Fuzzy Model Using the Whale Optimization Algorithm*, IcETRAN 2020 Conference, September 28-29 2020, Belgrade, Serbia.

[7] Vesović, M., Jovanović, R., Laban, L., **Zarić, V.**, *Modeling and Control of a series Direct Current (DC) Machines Using Feedback Linearization Approach*, IcETRAN 2020 Conference, September 28-29 2020, Belgrade, Serbia.

[8] **Zarić, V.**, Jovanović, R., Laban, L., Vesović, M., *Identification of a Coupled-Tank Plant and Takagi-Sugeno Model Optimization Using a Whale Optimizer*, Masing 2020 Conference, December 09-10 2020, Niš, Serbia.

[9] **Zarić, V.**, Perišić, N., Jovanović, R., *Control of a Liquid Level System Based on Classical and Fuzzy PID Like Controller Using The Grey Wolf Optimization Algorithm*, X Triennial International Conference Heavy Machinery HM 2021, C.23-C.30, June 23-25 2021, Vrnjačka Banja, Serbia.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа и анализе докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је докторска дисертација под називом **„Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“** кандидата **Владимира Зарића**, магист. инж. маш., урађена према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и да је у складу са Статутом и Правилником о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат **Владимир Зарић**, магист. инж. маш., успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања.

Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да докторска дисертација под називом **„Условна оптимизација дискретних система аутоматског управљања применом потпуне преносне функције“** представља оригиналан и вредан научни рад са научним доприносима у области машинства, ужа научна област Аутоматско управљање. Имајући у виду наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да Реферат прихвати, дисертацију стави на увид јавности у складу са законским одредбама и упути Реферат на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат **Владимир Зарић**, магист. инж. маш., позове на јавну одбрану дисертације.

У Београду, 05.09.2022. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

др Радиша Јовановић, редовни професор, ментор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Драган Лазић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Милан Ристановић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Срђан Рибар, ванредни професор  
Универзитет у Београду, Машински факултет

---

др Драган Пршић, ванредни професор  
Универзитет у Крагујевцу,  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –  
Број: 129/10  
Датум: 29.09.2022. године  
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017 и 27/2018-др. закон), члана 48. Правилника о докторским студијама, члана 64. Статута Машинског факултета - пречишћен текст (број 1136/4 од 28.06.2021. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 29.09.2022. године, донело је

### ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„УСЛОВНА ОПТИМИЗАЦИЈА ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА ПРИМЕНОМ ПОТПУНЕ ПРЕНОСНЕ ФУНКЦИЈЕ“** студента **ВЛАДИМИРА ЗАРИЋА**, маг. инж. маш.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-1158/2-22 од 12.04.2022. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

#### Категорија M23:

- [1] **Zarić, V.**, Bučevac, Z., Jovanović, R., *Discrete-Time System Conditional Optimization in the Parameter Space with Nonzero Initial Conditions*, Technical Gazette, vol. 29, no. 1, pp. 200-207, 2022, IF=0,783. <https://doi.org/10.17559/TV-20191031145233>
- [2] Gruyitch, L., Bučevac, Z., Jovanović, R., **Zarić, V.**, *Discrete-Time System Conditional Optimisation in the Parameter Space via the Full Transfer Function Matrix*, Transactions of FAMENA, vol. 45, 3, pp. 45-62, 2021, IF=0,743. <https://doi.org/10.21278/TOF.453014220>
- [3] Jovanović, R., **Zarić, V.**, *Identification and control of a heat flow system based on the Takagi- Sugeno fuzzy model using the grey wolf optimizer*, Thermal Science, 2022, vol. 26, Issue 3, Part A, pp. 2275-2286, IF=1,625. <https://doi.org/10.2298/TSCI210825324J>

#### Категорија M22:

- [4] Jovanović, R., **Zarić, V.**, Bučevac, Z., Bugarić, U., *Discrete-Time System Conditional Optimization Based on Takagi–Sugeno Fuzzy Model Using the Full Transfer Function*, Applied Sciences, vol. 12, no.15, pp. 1-19, 2022, IF=2,838. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/15/7705>

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за аутоматско управљање и архиви Факултета.

ДЕКАН  
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић