

Универзитет у Београду  
Електротехнички факултет

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Слободана Драшковића**

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 334 од 03.03.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Слободана Драшковића** под насловом:

**„Адаптивна техника филтрирања нестационарних сигнала применом апсолутних коначних разлика”,**

односно на енглеском

**“Adaptive Filtering of Non-Stationary Signals Based on Absolute Finite Differences”**

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

Слободан Драшковић је уписао докторске академске студије Електротехнике и рачунарства, модул Управљање системима и обрада сигнала, на Електротехничком факултету у Београду, школске 2014/2015 године. Све испите и наставне обавезе положио је са највишом оценом и тиме стекао право за подношење докторске дисертације на преглед и оцену.

29.12.2021. године кандидат је пријавио тему за израду докторске дисертације под називом “Адаптивна техника филтрирања нестационарних сигнала применом апсолутних коначних разлика”.

11.01.2022. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно –научном већу на усвајање.

31.01.2022. године Наставно-научно веће именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлуком бр. 5002/14-1 од 31.01.2022.) у саставу:

- др Жељко Ђуровић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Горан Квашчев, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Зоран Перић, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет,
- др Бошко Николић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Братислав Иричанин, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

22.02.2022. Кандидат је полагао јавну усмену одбрану теме докторске дисертације.

19.04.2022. године Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5002/14-2 од 19.04.2022. год).

11.05.2022. Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације „Адаптивна техника филтрирања нестационарних сигнала применом апсолутних коначних разлика“ (Одлука бр. 61206-1784/2-22).

10.02.2023. године кандидат је предао докторску дисертацију на преглед и оцену.

14.02.2023. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

03.03.2023. године Наставно-научно веће Факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 334 од 03.03.2023. године) у саставу:

- др Жељко Ђуровић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Горан Квашчев, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Зоран Перић, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет,
- др Бошко Николић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
- др Јелена Ћертић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду, члана 74. Статута Универзитета у Београду-Електротехничког факултета и захтева студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Техничке науке – Електротехника и рачунарство, а ужа научна област је Управљање системима и обрада сигнала, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. За ментора докторске дисертације именован је др Жељко Ђуровић, редовни професор Електротехничког факултета у Београду. Професор др Жељко Ђуровић је аутор већег броја релевантних радова у истакнутим међународним часописима који су приложени приликом пријаве теме докторске дисертације. Ментор предаје више предмета при Катедри за сигнале и системе који су у вези са предметом дисертације.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Слободан Драшковић рођен је 26. фебруара 1989. године у Краљеву. Основну школу Бане Миленковић у Новом Селу завршио је 2004. године са највишим успехом и добитник је Вукове дипломе. Математичку гимназију у Краљеву завршио је 2008. године као ђак генерације. Основне академске студије завршио је 2012. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, одсек Сигнали и системи, са просечном оценом 9.37. Мастер академске студије завршио је 2014. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, одсек Сигнали и системи, са просечном оценом 9.83. Докторске студије уписао је 2014. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Управљање процесима и обрада сигнала. Положио је све испите са просечном оценом 10. За руководиоца израде докторске дисертације именован је проф. др Жељко Ђуровић.

Објавио је 7 радова на домаћим и међународним конференцијама од чега је на 4 рада први аутор. Коаутор је 5 приручника издатих од стране Високе школе електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду. Објавио је један рад као први аутор у међународном часопису видљивом на SCI листи.

Стручну праксу обавио је на катедри за електричне машине на Техничком Универзитету у Дрездену, Савезна Република Немачка, 2012. године. Од 2012. до 2014. године радио је као сарадник а од 2014. године па до данас као асистент у настави на Високој школи електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду. Од 2019. године па до данас ради као стручни сарадник и координатор програма у Kleft EDU тренинг центру за образовање одраслих у области мехатронике и одржавања машина и опреме у Београду. Од 2019. године је ангажован као предавач у SIEMENS тренинг центру у Београду где држи обуке из индустријске аутоматизације и програмирања PLC контролера за индустрију.

Радио је на више пријеката у привреди, на пројектовању и извођењу аутоматизованих система од чега су најзначајнији имплементација управљачког алгорита за процес лиофилизације (freeze drying) на PLC уређају, и имплементација и пројектовање SCADA система за интерфејс са машином, реализација и пројектовање SCADA система и управљачких

алгоритима за HVAC системе, пројектовање и реализација система за паковање прашкастих и зрнастих материјала. Ментор је ЕУРОБОТ екипе “WE-SHARE Robotics“, где ради на организацији и вођењу студената кроз пројектовање и имплементацију разних електронских кола, плоча, и управљачких алгорита мобилних робота у Високој школи електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду. Радио је на комплетној модернизацији и опремању лабораторије за аутоматско управљање и развоју разне лабораторијске опреме и апаратура кошћењем PLC уређаја и наменских система за едукацију студената у Високој школи електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду.

Награде и сертификати:

- Награда за најбољи рад младог истраживача, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN 2014).
- Сертификат MikroTik Certified Network Associate, број сертификата 1502NA780, 27.02.2015.
- Сертификат MikroTik Certified Routing Engineer, број сертификата 1503RE047, 09.03.2015.
- Сертификат MikroTik Certified Academy Trainer, број сертификата ACTR0333, 15.06.2015.
- Сертификат/обука SolidWorks Advanced course, број сертификата SO-00252, издат од Solfins d.o.o. Београд.
- Сертификат/обука 2013 EECI Graduate School on Control – Control of Nonlinear Delay Systems and PDEs, 15.03.2013.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација по својој форми и структури одговара у потпуности Упутству за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду. Дисертација је написана на 106 страна куцаног текста, латиничним писмом и садржи 76 слика, 1 табелу и 66 референци које су наведене по редоследу цитирања у тексту дисертације. Текст дисертације је организован у 6 поглавља са насловима: 1. Увод; 2. Моделирање сигнала; 3. Адаптивне технике естимације параметара модела нестационарних сигнала; 4. Дизајн система за адаптацију фактора заборављања применом апсолутних коначних разлика; 5. Експериментални резултати и анализа; 6. Закључак. Такође, текст дисертације садржи и насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о ментору и члановима комисије, захвалницу, резиме дисертације на српском и енглеском језику, садржај, списак коришћене литературе, биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља уводни текст који читаоцу даје информације о мотивацији, научним доприносима дисертације и о њеној структури.

Друго поглавље представља преглед литературе о моделирању сигнала. Обрађена је стационарност сигнала и дати су описи стационарности у ужем и ширем смислу, као и проблематика доказивања исте. Извршен је преглед различитих модела сигнала као што су: Ауторегресивни модел (AR); Модел покретних просека (MA); ARMA модел; ARIMA модел;

SARIMA модел и SARIMAX модел и извршено је њихово поређење. Такође, извршен је и преглед различитих техника за естимацију параметара модела као што су: аутокорелациона метода, коваријантна метода, модификована коваријантна метода, Бургова метода, метода најмањих квадрата, рекурзивна метода најмањих квадрата и рекурзивна метода најмањих квадрата са тежинским фактором. За сваку од метода извршена је анализа перформанси над вештачки генерисаним сигналом коришћењем ауторегресионог модела другог реда.

Треће поглавље приказује имплементације метода за детекцију нестационарности и адаптацију фактора заборављања (метода заснована на градијенту средње квадратне грешке и метода заснована на естимацији варијансе квадратне грешке) које се најчешће користе у савременим радовима на ову тему. Допринос тезе у овом поглављу се огледа у томе што су извршени детаљни прикази алгоритама за адаптацију фактора заборављања и у анализи параметара које је неопходно подесити пре почетка примене самих алгоритама.

Четврто поглавље представља уједно и најзначајнији допринос истраживања докторске дисертације. Приказана је идеја апсолутних коначних разлика. На примеру ауторегресивних модела првог и другог реда извршена је анализа статистика апсолутних коначних разлика и теоријски је доказано да математичко очекивање апсолутних коначних разлика зависи од параметара модела и стога се тај сигнал може користити за детекцију нестационарности. Због комплексности доказивања за случајеве вишег реда извршене су симулације које показују зависност сигнала апсолутних коначних разлика од параметара модела. Како би се извршила што детаљнија анализа апсолутних коначних разлика, све симулације су поновљене за различите расподеле активационих шума и показано је да се и у тим случајевима промена параметара модела сигнала огледа у промени статистика апсолутних коначних разлика сигнала. На крају поглавља дат је предлог једног једноставног алгорита за адаптацију фактора заборављања на основу апсолутних коначних разлика мереног сигнала.

У петом поглављу дата је компаративна анализа предложеног алгорита у односу на алгоритме описане у трећем поглављу. Анализа је прво извршена над синтетичким сигнаlima чији су параметри модела познати и у том случају су јасно описане све предности као и недостаци предложеног алгорита. Анализа је проширена и на испитивање утицаја избора почетних параметара алгорита. На крају петог поглавља извршено је поређење алгоритама при примени на реалним сигнаlima као што су сигнали мерења са сепаратора паре и говорни сигнали.

Шесто поглавље је закључак. Ту су још једном истакнути доприноси дисертације и сумирани су остварени резултати.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

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

Област филтрирања сигнала сеже још од шездесетих година прошлог века. Последњих деценија ова област је веома жива и богата великим бројем радова и конференција на ту тему. Иако се поступак пројектовања филтара може вршити како у временском, тако и фреквенцијском домену, сами почеци развоја ове област су наметнули уврежено мишљење да су филтри уређаји или алгоритми који имају задатак обликовања фреквенцијског садржаја сигнала на њиховом улазу. Међутим, природа и простор у коме се филтри пројектују у

савременим применама се значајно променила. Са развојем рачунара акценат је прешао на адаптивне методе филтрирања које су супериорније у односу на конвенционалне. Иако је област адаптивног филтрирања веома развијена, и дан данас је актуелна и изазовна за читаве заједнице научника и истраживача. Ниједан од развијених алгоритама се не може описати као оптималан, већ сваки од њих показује супериорност или слабост у различитим сценаријима и околностима везано за одређене класе модела, прелазне или стационарне режиме, нижи или виши однос сигнал/шум и тако даље.

Проблем анализиран у овој дисертацији обухвата методе за детекцију нестационарности сигнала и алгоритме за адаптацију фактора заборављања при детекцији нестационарности. Савремене методе за детекцију нестационарности обично детектују само скоковите промене у стационарности сигнала и на основу њих одбацују старе естимације. Неке од метода су засноване на модификацији коваријационе матрице, друге на коришћењу клизне прозорске функције, док су најчешће коришћене методе засноване на тежинском фактору.

У оквиру ове докторске дисертације представљена је нова метода за детекцију нестационарности сигнала заснована на апсолутним коначним разликама сигнала који се обрађује. Оригинално истраживања се огледа у томе што је предложена потпуно нова метода заснована на апсолутним коначним разликама сигнала и за коју је теоријски и експериментално показано да садржи информацију о параметрима модела сигнала и стога садржи и информацију о стационарности сигнала. Развијена метода даје добре резултате како у прелазном режиму тако и у стационарном стању, што је уједно и највећа предност у односу на остале посматране методе. Поред развијене методе, предложен је и алгоритам за адаптацију фактора заборављања на основу апсолутних коначних разлика сигнала.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру ове докторске дисертације наведено је 66 референци из следећих области: дигитална обрада сигнала, детекција и естимација сигнала, моделирање сигнала, адаптивно филтрирање, робусна естимација, робусни и адаптивни филтри, статистичка анализа. Списак литературе указује на то да је кандидат извршио детаљну анализу постојеће литературе, као и предности и недостатака савремених алгоритама који се баве сличном проблематиком. Наведене су референце из свих врста реномираних часописа, зборника и уџбеника. Приказане референце дају комплетну анализу тренутних достигнућа у представљеним областима. Списак литературе укључује и релевантне радове које је кандидат публиковао као аутор или коаутор. Међу наведеном литературом у овим областима налазе се релевантне референце, почевши од основних идеја па до најновијих резултата публикованих у престижним међународним часописима и зборницима радова са конференција.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Током истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији, коришћене су методе анализе, синтезе, спецификације и генерализације. Конкретне појединости о појединим фазама истраживања и научним методама којима су оне реализоване, дате су у следећим пасусима:

Прва фаза истраживања заснована је на систематској анализи тренутно доступних алгоритама за детекцију нестационарности сигнала и адаптацију фактора заборављања.

Друга фаза истраживања подразумева испитивање могућности коришћења апсолутних коначних разлика у детекцији нестационарности сигнала и доказивање да оне садрже информације о стационарности сигнала.

У трећој фази извршена је анализа алгоритма за адаптацију фактора заборављања коришћењем апсолутних коначних разлика.

Четврта фаза обухвата испитивање добијених резултата на различитим сигналима, као што су сигнали генерисани коришћењем ауторегресивних модела различитог реда, снимљени говорни сигнали и други реални сигнали.

У петој, последњој, фази одрађена је свеобухватна анализа и поређење добијених резултата са резултатима добијеним коришћењем алгоритама који према тренутном прегледу литературе дају најбоље резултате. Анализа је усмерена на више аспеката:

- квалитет добијених резултата у смислу правовремене детекције нестационарности;
- начин коришћења, издвајање параметара са интуитивно јасним значењем и њихово подешавање;
- утицај шума на квалитет естимације.

Посебна пажња је посвећена методи генерализације, а у смислу примењивости развијених техника на сигнале из различитих научних дисциплина и индустрије. Стога је цела методологија примењена на случај сигнала нивоа воде у напојном резервоару једне термоелектране али и говорног сигнала приликом аквизиције акустичког таласа у изговору секвенце изолованих самогласника.

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Тематика којом се бави докторска дисертација је актуелна и последњих година је у изузетној експанзији. Тематика дисертације је заступљена и примењива на велики број истраживачких поља, од филтрирања и обраде сигнала добијених мерењима са различитих сензора у индустрији па све до обраде, моделирања и препознавања говора, сеизмичких, медицинских, метеоролошких, акустичких, вибрационих, температурних и других сигнала, где год постоји потреба за детекцијом нестационарности.

Резултати који су остварени на нивоу детекције нестационарности сигнала су иновативни и престављају један потпуно нови приступ детекцији нестационарности и могу представљати полазну основу за даљи развој и истраживање у области адаптивног филтрирања, било у научној заједници и истраживачким радовима, било у индустрији. Сама чињеница да овакав приступ детекцији нестационарности није забележен у радовима представља јако велики потенцијал за даља истраживања.

Резултати који су остварени на нивоу адаптације фактора заборављања су упоредиви са осталим алгоритмима описаним у литератури. Такође је степен комплексности подешавања коефицијената који се морају изабрати пре почетка саме адаптације поредив са осталим, у литератури већ познатим методама, али су за разлику од других алгоритама они интуитивни и имају јасан физички смисао и стога могу бити једноставнији за подешавање. Имајући све то у виду, предложени алгоритам за адаптацију фактора заборављања заснован на апсолутним коначним разликама сигнала може представљати алтернативу осталим развијеним алгоритмима који се тренутно користе.

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

Кандидат Слободан Драшковић је током својих докторских студија показао све суштинске особине неопходне за научноистраживачки рад, као што су: аналитичко претраживање стручне литературе, разумевање и примена теоријских и практичних концепата, дефинисање научних проблема, систематичан приступ решавању постављених задатака, способност развоја управљачких алгоритама, као и вештине анализе, обраде и презентовање добијених резултата. Такође, креативност и упорност кандидата се огледају у коришћењу постојећих техника детекције нестационарности и адаптације фактора заборављања приликом дизајна потпуно новог приступа истом проблему. Кандидат је показао способност да увиди актуелност проблема који се изучава и да прошири област примене већ постојећих техника естимације ради отклањања недостатака савремених алгоритама, чиме је показана зрелост у раду. Оригиналност идеје и научни доприноси описани у овој дисертацији потврђују способност кандидата за самостални научни рад. У прилог поменутом је и чињеница да је кандидат аутор низа научних радова који су резултат рада на дисертацији.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси су следећи:

- 1) Систематичан и детаљан преглед литературе, теоретских основа и постојећих решења у области моделирања сигнала, детекције нестационарности и адаптацији фактора заборављања.
- 2) Предложен је нови алгоритам за детекцију нестационарности заснован на апсолутним коначним разликама сигнала.
- 3) Изложен је теоријски допринос у смислу одређивања зависности статистика апсолутних коначних разлика од параметара ауторегресивних модела у случају различитих активационих шумова.
- 4) Демонстрирана је експериментална зависност апсолутних коначних разлика од параметара ауторегресивних модела вишег реда, у случају активационих сигнала различитих расподела.
- 5) Извршена је компаративна анализа предложеног алгоритма са неколико других познатих алгоритама за који је научна заједница прихватила да дају добре резултате, а у смислу како наглих тако и постепених промена у стационарности сигнала, утицаја нестационарног шума мерења као и утицаја избора почетних параметара.

### 4.2. Кратка критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата Комисија може са задовољством да констатује да је кандидат успешно одговорио на сва релевантна питања у циљу решавања проблема дефинисаног циљем истраживања. Набројани научни доприноси су важни за област адаптивног филтрирања као и за област обраде сигнала. Фокус истраживања у оквиру ове дисертације био је дизајн новог алгоритма за детекцију нестационарности и адаптацију фактора заборављања и то на начин да се постигне баланс између средње квадратне грешке у стационарном и прелазном режиму. Кандидат је показао систематичан приступ анализи доступне литературе и дао критички осврт на рад различитих



метода за моделирање нестационарних сигнала. Уочени су недостаци предложеног алгоритма при обради говорног сигнала па је уложен додатни напор како би се ти недостаци отклонили. Поред тога, испитан је рад још два алгорита за детекцију нестационарности и адаптацију фактора заборављања и показано је да су резултати добијени предложеним алгоритмом слични или бољи. Сви резултати су и потврђени низом различитих врста експеримената. Представљени доприноси су верификовани објављивањем резултата у престижном часопису од међународног значаја, као у часописима од националног значаја и на конференцијама од међународног и националног значаја.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси који су резултат истраживања у оквиру докторске дисертације су публиковани у следећим радовима класификованим по М категоријама по Правилнику Министарства науке, технолошког развоја Републике Србије:

##### **Категорија М23:**

- [1] **Slobodan Drašković**, Željko Đurović, Vera Petrović, Absolute finite differences based variable forgetting factor RLS algorithm, *IET Signal Processing* 16.1 (2022): 80-91. <https://doi.org/10.1049/sil2.12074>

##### **Категорија М33:**

- [2] **Slobodan Drašković**, Željko Đurović, Branko Kovačević, Vera Petrović, Statistics of Absolute Finite Differences: Autoregressive Model Case, *Proceedings of 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2016*, Zlatibor, Serbia, June 13–16, 2016, pp. AUI4.4.1-5
- [3] **Slobodan Drašković**, Goran Kvašček, Željko Đurović, Vera Petrović, Branko Kovačević, Speech Signal Parameter Identification Using Adaptive Forgetting Factor, *Proceedings of 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2015*, Silver Lake (Srebrno Jezero), Serbia, June 8–11, 2015, pp. AUI2.1.1-5
- [4] **Slobodan Drašković**, Goran Kvašček, Vera Petrović, Željko Đurović, Branko Kovačević, A New Approach to Adaptive Non-stationary Signals Parameter Identification, *Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2014*, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2–5, 2014, pp. AUI1.6.1-5

##### **Категорија М63:**

- [5] Emilija Kisić, **Slobodan Drašković**, Željko Đurović, Applied Statistics in Process Control and Monitoring, *Zbornik radova konferencije MIT 2013*, Vrnjačka Banja, 5-9. septembra 2013.

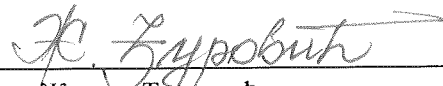
## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Слободана Драшковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „Адаптивна техника филтрирања нестационарних сигнала применом апсолутних коначних разлика“, испуњава све суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета. Набројани научни доприноси су важни за област адаптивног филтрирања као и за област обраде сигнала. Фокус истраживања у оквиру ове дисертације био је дизајн новог алгорита за детекцију нестационарности и адаптацију фактора заборављања и то на начин да се постигне баланс између средње квадратне грешке у стационарном и прелазном режиму. Сви добијени закључци су потврђени низом различитих врста експеримената. Представљени доприноси су верификовани објављивањем резултата у престижном часопису од међународног значаја, као у часописима од националног значаја и на конференцијама од међународног и националног значаја.

Имајући у виду све наведено, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Адаптивна техника филтрирања нестационарних сигнала применом апсолутних коначних разлика“ прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 23.03.2023. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



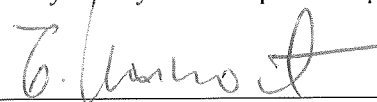
др Жељко Буровић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Горан Квашчев, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Перић, редовни професор  
Универзитет у Нишу – Електронски факултет



др Бошко Николић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Јелена Тертић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет