

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовео комисију:  Решење бр. 012-199/55-2020 од 27.01.2022. године, на основу предлога матичне катедре, а у складу са Статутом Факултета техничких наука, декан факултета именовео је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. др Платон Совиљ	редовни професор	Електрична мерења, метрологија и биомедицина, 13.09.2021.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду	председник комисије	
установа у којој је запослен-а	функција у комисији	
2. др Драган Денић	редовни професор	Метрологија и мерна техника, 21.04.2006.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Електронски факултет, Универзитет у Нишу	члан	
установа у којој је запослен-а	функција у комисији	
3. др Татјана Грбић	редовни професор	Теоријска и примењена математика, 19.02.2019.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду	члан	
установа у којој је запослен-а	функција у комисији	
4. др Славица Медић	ванредни професор	Теоријска и примењена математика, 08.07.2019.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора

<b>Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</b>		<b>члан</b>
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. <b>др Марјан Урекар</b>	<b>доцент</b>	<b>Електрична мерења, метрологија и биомедицина, 14.09.2018.</b>
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
<b>Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</b>		<b>члан</b>
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
6. <b>др Драган Пејић</b>	<b>ванредни професор</b>	<b>Електрична мерења, метрологија и биомедицина, 01.10.2018.</b>
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
<b>Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</b>		<b>ментор</b>
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>		
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Ђорђе, Драган, Новаковић</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: <b>26. 10. 1993. године, Лозница, Савезна Република Југославија</b></p> <p>3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: <b>Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Енергетика, електроника и телекомуникације, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер.</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2017. година, Енергетика, електроника и телекомуникације.</b></p>		
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>		
<b>Прилог одређивању мерне несигурности у случају корелисаних величина</b>		
<b>ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>		
Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.		
<p>Докторска дисертација под насловом "Прилог одређивању мерне несигурности у случају корелисаних величина" кандидата Ђорђа Новаковића изложена је у 5 поглавља на 119 страна, а коришћена литература има 74 навода. Докторска дисертација садржи 21 табелу, 39 слика и 3 прилога.</p> <p>Докторска дисертација је организована у следећим секцијама: <b>Предговор</b> <b>1. Уводни појмови</b></p>		

2. Теоријске основе
3. Поређење постојеће и развијене методе
4. Експериментална евалуација FOLD методе
5. Закључак
Прилог
Литература

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Предмет истраживања ове докторске дисертације је развој нове методе за генерисање случајних променљивих униформне расподеле са задатим коефицијентом корелације. Развијена метода је примењена у Монте Карло симулацијама за оцену мерне несигурности у случају корелисаних улазних величина. Развијена метода је поређена са стандарном методом и установљено је побољшање по два критеријума:

- брзини извршавања,
- разлици добијеног од задатог коефицијента корелације.

Перформансе развијене методе су анализирани аналитички и симулационо. Дат је приказ експеримента за одређивање фактора дељења отпорничког делитеља, при чему је мерна несигурност одређена применом стандардне и развијене методе. Наслов докторске дисертације је јасно формулисан и сажето дефинише тематику и садржај дисертације.

У **уводу** изложени су основни појмови којима се бави теза. Објашњен је појам грешке мерења као и историјски преглед поступака исказивања грешке мерења. Описан је појам и начини за одређивање мерне несигурности:

- пропагацијом мерних несигурности,
- пропагацијом вероватноћа.

На крају поглавља је дат преглед стања у области којом се теза бави. Наглашена је важност установљавања корелисаности улазних величина и узимање у обзир коефицијента корелације приликом одређивања мерне несигурности.

У поглављу **теоријске основе** представљено је тренутно стање у области генерисања корелисаних случајних променљивих са униформном расподелом. Описана је идеја и дат је детаљан приказ развоја нове методе која је названа FOLD. Коришћен је аналитички приступ и дат је псеудо код којим се дефинише процедура за имплементацију независно од коришћеног програмског језика. Детаљна математичка извођења, иако важан део тезе, су издвојена у прилог А.

У трећем поглављу приказани су резултати симулација стандардне MVUD методе и нове FOLD методе. На основу резултата извршено је поређење метода по брзини извршавања као и по одступању узорачког од задатог коефицијента корелације. Установљено је да је FOLD метода ефикаснија по брзини извршавања бар два пута. Добијено одступање узорачког од задатог коефицијента корелације код FOLD методе је преко пет пута веће у поређењу са MVUD методом. Дефинисан је поступак корекције чиме је постигнуто смањење уоченог одступања код FOLD методе преко 100 пута. Коначно одступање узорачког од задатог коефицијента корелације код FOLD методе је барем 25 пута мање у односу на MVUD методу.

Реализован је експеримент одређивања фактора дељења напонског разделника описаног у поглављу **“Експериментална евалуација FOLD методе”**. Вршено је мерење напона на улазу и излазу отпорног делитеља коришћењем селектора контролисаног рачунаром и једносмерног волтметра. Претпостављена је корелисаност улазног и излазног напона делитеља због коришћења једног инструмента за његово мерење. Рачунаром су прикупљени парови улазног и излазног напона, који су статистички анализирани и одређен је њихов коефицијент корелације. Коришћењем препорука GUM-a одређена је мерна несигурност на два начина:

- под претпоставком да не постоји корелација улазних величина и
- узимањем у обзир одређеног коефицијента корелације.

Резултати у случају корелисаних улазних величина су потврђени применом Монте Карло методе. За генерисање два ансамбла случајних бројева униформне расподеле и задатог коефицијента

корелације коришћена је стандардна и развијена метода.

У **Закључку** су сумирани најзначајнији доприноси рада и указана су ограничења. На крају су дате даље смернице у развоју предложеног решења.

На крају докторске дисертације издвојени су прилози. У **прилогу А** дата су математичка извођења FOLD методе. Имплементација FOLD методе у Python, R и C++ програмском језику, као и код за контролу реализованог експеримента дат је у **прилогу Б**. **Прилог В** садржи табеле са приказом буџета мерне несигурности за различите вредности фактора дељења отпорничког делитеља.

Попис **литературе**, по редоследу навођења, дат је после прилога. Литература је приказана прегледно и цитирана на адекватан начин. Она обухвата најзначајније радове из области, који су релевантни за испитивану тематику.

На основу изложеног, Комисија позитивно оцењује све делове докторске дисертације.

**VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилма докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

Категорија M21:

**Novaković Đ.**, Pejić D., Grbić T., Pejić M., Sovilj P., Medić S.: A method for generating a sample of two uniformly distributed random variables with prescribed coefficient of correlation, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2021, DOI: 10.1109/TIM.2020.3041384.

Категорија M63:

Pejić D., **Novaković Đ.**, Gazivoda N., Mitrović Z. Župunski Lj.: Merna nesigurnost po GUM I MCM, jedan interesantan primer, 2. Kongres metrologa – merni sistemi 2018, Novi Sad: FTN Novi Sad, 22-27 Novembar, 2018., pp. 10-14, ISBN 978-86-6022-122-5

**Novaković Đ.**, Pejić D., Grbić T., Mirković S., Subotin (Bulat) M., Gazivoda N.: Jednostavan i efikasan način za generisanje dva ansambala slučajnih brojeva uniformne raspodele sa definisanim koeficijentom korelacije, 63. ETRAN - Konferencija za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, Srebrno jezero, 3-5 Jun, 2019, pp. 538-542, ISBN 978-86-7466-785-9

<p><b>VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:</b></p>
<p>У истраживању проблема дефинисаног темом "Прилог одређивању мерне несигурности у случају корелисаних величина" постигнути су следећи значајни резултати:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реализована је нова метода за генерисање случајних променљивих униформне <math>U(-1,1)</math> расподеле и дефинисаним коефицијентом корелације.</li> <li>2. Показано је да је нова метода метода бар два пута временски ефикаснија у односу на већ постојеће решење.</li> <li>3. Извршена је оптимизација постојећег решења након чега је показано да је и даље развијени метод временски ефикаснији.</li> <li>4. Извршена је корекција одступања узорачког од задатог коефицијента корелације на основу аналитичких и симулационо добијених резултата. Након корекције одступање узорачког од задатог коефицијента корелације развијене методе је 25 пута мање него у случају стандардно коришћеног решења.</li> <li>5. Спроведен је експеримент одређивања фактора дељења напонског разделника где је анализиран утицај корелисаности улазних величина на процену мерне несигурности.</li> <li>6. Дата је примена развијене методе приликом одређивања мерне несигурности коришћењем Монте Карло методе.</li> </ol>
<p><b>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:</b></p>
<p>Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.</p>
<p>Тумачење добијених резултата приказано је јасно и прегледно. Формирани закључци у раду су поткрепљени одговарајућим теоријским анализама и резултатима симулација, као и резултатима експерименталних мерења. Резултати су приказани прегледно, уз навођење претходних истраживачких резултата из ове области.</p> <p>Сви графици су пропраћени адекватним текстуалним описом резултата и одговарајућим коментарима.</p> <p>Интерпретација резултата је је концизна, дискусије, коментари и закључци дати у раду су логични и произилазе из добијених резултата.</p> <p>Текст дисертације проверен је у софтверу за детекцију плагијаризма „iThenticate“.</p>
<p><b>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p>
<p>Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?</p>
<p><b>Докторска дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем које је наведено у пријави теме.</b></p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?</p>
<p><b>Докторска дисертација својим насловом, садржајем, резултатима истраживања и начином тумачења истих садржи све битне елементе који се захтевају за радове овакве врсте.</b></p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?</p> <p>Разматрајући целокупну материју докторске дисертације кандидата Ђорђа Новаковића, комисија је закључила да докторска дисертација представља оригиналан научни допринос аутора у теоријском и практичном смислу. Основа ове оцене је у чињеници да резултати овог истраживања омогућавају примену пројектованог решења приликом одређивања мерне несигурности корелисаних улазних величина применом Монте Карло методе.</p>
<p>4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?</p>
<p><b>У дисертацији нису уочени недостаци који би утицали на коначан резултат истраживања.</b></p>

**X ПРЕДЛОГ:**

**Полазећи од позитивне оцене докторске дисертације у целини, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, да се докторска дисертација под насловом „Прилог одређивању мерне несигурности у случају корелисаних величина“ прихвати и кандидату, Ђорђу Новаковићу одобри јавна одбрана.**

У Новом Саду, 09.02.2022. године

др Платон Совиљ, ред. професор

\_\_\_\_\_, председник

др Драган Денић, ред. професор

\_\_\_\_\_, члан

др Татјана Грбић, ред. професор

\_\_\_\_\_, члан

др Славица Медић, ванр. професор

\_\_\_\_\_, члан

др Марјан Урекар, доцент,

\_\_\_\_\_, члан

др Драган Пејић, ванр. професор

\_\_\_\_\_, ментор