

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију: Решењем бр. 012-72/07-2016 од 02.09.2021. године, на основу Одлуке Научно-наставног већа, а у складу са Статутом Факултета техничких наука, декан Факултета техничких наука, проф. др Раде Дорословачки, именовao је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације</p> <p>2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>др Платон Совиљ</b>, редовни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 13.09.2021. године, Факултет техничких наука, Нови Сад, председник,</li><li>2. <b>др Драган Денић</b>, редовни професор, ужа област Електрична мерења и метрологија, изабран у звање 13.09.2016. године, Електронски факултет, Ниш, члан,</li><li>3. <b>др Драган Пејић</b>, ванредни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 01.10.2018. године, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан,</li><li>4. <b>др Борис Антић</b>, доцент, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 01.01.2019. године, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан,</li><li>5. <b>др Марјан Урекар</b>, доцент, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 14.09.2018. године, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан,</li><li>6. <b>др Зоран Митровић</b>, редовни професор, ужа област Електрична мерења, метрологија и биомедицина, изабран у звање 11.03.2016. године, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан и ментор.</li></ol>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Предраг, Иван, Ракоњац</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: <b>24.01.1971. године, Панчево, Србија</b></p> <p>3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: <b>Електронски факултет у Нишу, Универзитет у Нишу, Магистарске студије, Магистар техничких наука.</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2016. година, Енергетика, електроника и телекомуникације, пријава докторске дисертације (по старом програму).</b></p>

<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<b>Метода за мерење и корекцију нелинеарности сензора микроталасне снаге</b>
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
<p>Научни приказ истраживања за реализацију постављених циљева дисертације кандидат је презентовао на 166 стране, кроз 10 (десет) поглавља и додацима: Литература, Преглед слика, Преглед табела, Скраћенице и ознаке. Дисертација садржи 68 слика, 12 табела и списак литературе са 111 референци.</p> <p>Докторска дисертација под насловом „Метода за мерење и корекцију нелинеарности сензора микроталасне снаге“ се састоји из следећих поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Увод</li><li>2. Теоријске основе метрологије микроталасне снаге</li><li>3. Основне методе и мерни инструменти за мерење микроталасне снаге</li><li>4. Мерна несигурност мерења микроталасне снаге</li><li>5. Методе за еталонирање сензора микроталасне снаге и мерење нелинеарности сензора</li><li>6. Унапређена метода за еталонирање сензора микроталасне снаге и мерење нелинеарности сензора применом трансфер еталона</li><li>8. Мерна несигурност унапређене методе еталонирања</li><li>9. Експериментални резултати, валидација и дискусија</li><li>10. Закључак</li></ol> <p>Литература Преглед слика Преглед табела Скраћенице и ознаке</p>
<b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p>У овој дисертацији је представљена теоријска основа, реализација и валидација оригиналне унапређене методе за еталонирање сензора микроталасне снаге која омогућава еталонирање сензора и истовремено одређивање нелинеарности сензора снаге, узимајући у обзир амплитудску и фреквенцијску зависност нелинеарности. Унапређена метода еталонирања заснива се на примени термисторског трансфер еталона високе линеарности и еталонирању сензора на више нивоа снаге. Процес еталонирања сензора снаге у потпуности је аутоматизован и унапређен применом аутоматизованог мерног система, РС рачунара и софтвера VEEpro. Унапређена метода еталонирања сензора микроталасне снаге реализована је и експериментално потврђена у метролошкој лабораторији МЛ-02 у Техничком опитном центру у Београду.</p> <p>Прво поглавље дисертације (Увод) се бави уводним разматрањима и значајем мерења микроталасне снаге, мотивима за реализацију истраживања, описом проблема, предмета и циља истраживања. Постављена је хипотеза и описана методологија истраживања која ће бити коришћена ради њене потврде.</p> <p>У другом поглављу су описане најбитније теоријске основе метрологије микроталасне снаге, значај мерења микроталасне снаге, објашњени су основни појмови и дефиниције битни за ову дисертацију, уочени су и наведени основни проблеми код мерења снаге на микроталасним</p>

фреквенцијама и врсте уређаја за мерење снаге, захтеви при мерењу микроталасне снаге и анализирани су основне карактеристике разних типова мерила микроталасне снаге.

У трећем поглављу су укратко објашњене основне методе и врсте мерних инструмената за мерење микроталасне снаге. Након тога су детаљније објашњени принципи рада и карактеристике термисторских, термопретварачких и диодних сензора снаге и одговарајућих микроталасних ватметара, који су предмет овог истраживања. Уочене су и истакнуте битне карактеристике различитих сензора снаге и елементи конструкције сензора и микроталасних ватметара које утичу на нелинеарност сензора и могу допринети мерењу и корекцији нелинеарности сензора снаге, тј. допринети развоју унапређене методе еталонирања сензора.

У четвртном поглављу је обрађена проблематика мерне несигурности мерења микроталасне снаге са сензорима снаге. Извршена је анализа микроталасног кола, анализирани су сви битни појединачни извори мерне несигурности мерења микроталасне снаге и представљен је буџет и анализа мерне несигурности директног мерења микроталасне снаге са диодним сензором снаге. На основу спроведене анализе изведени су закључци и идентификоване су доминантне утицајне величине за мерну несигурност мерења снаге. Анализа је потврдила да је нелинеарност сензора једна од најзначајнијих утицајних величина за мерну несигурност мерења микроталасне снаге (поред несигурности фактора еталонирања сензора и несигурности неприлагођења).

У петом поглављу су објашњене теоријске основе, математички модели и анализирани су најбитније класичне методе за еталонирање сензора микроталасне снаге и методе за мерење нелинеарности сензора, ради сагледавања карактеристика и креирања унапређене методе еталонирања сензора. Објашњене су основне врсте еталона микроталасне снаге са акцентом на трансфер еталон микроталасне снаге, који се користи за реализацију унапређене методе. Затим су објашњене и анализирани основне методе еталонирања сензора снаге: компарације са директном супституцијом, метода компарације са применом делитеља снаге (у две варијанте) и метода примене трансфер еталона микроталасне снаге. На крају су објашњене и анализирани методе мерења нелинеарности сензора снаге: метода примене степ-атенуатора, метода примене степенасте прецизне промене нивоа снаге, метода директне компарације са термисторским еталоним. Представљени математички модели наведених метода и анализа карактеристика омогућили су креирање оригиналне унапређене методе еталонирања сензора, која омогућава еталонирање и мерење нелинеарности сензора снаге.

У шестом поглављу је представљена нова развијена метода и дат је математички модел унапређене методе за еталонирање сензора микроталасне снаге и мерење нелинеарности сензора применом трансфер еталона, која је резултат овог истраживања. Приказан је математички модел креиране методе и изведен је математички доказ примењивости нове методе за еталонирање сензора снаге и истовремено израчунавање-мерење нелинеарности сензора. Изведен је и математички доказан нови израз (6.3) који повезује нормализовани фактор еталонирања и нелинеарност сензора и теоријски омогућава истовремено еталонирање сензора и одређивање нелинеарности. Такође, објашњен је поступак практичне примене унапређене методе и приказан је математички доказ и објашњење зашто се еталонирањем сензора новом методом заиста врши и корекција нелинеарности сензора снаге (са применом добијених фактора еталонирања).

У седмом поглављу је представљен аутоматизовани мерни систем који омогућава практичну реализацију унапређене методе еталонирања и објашњена је практична имплементација унапређене методе. Представљена је конструкција, организација и основне карактеристике аутоматизованог мерног система и одговарајућег примењеног софтвера. Описана је практична примена унапређене методе при еталонирању сензора на више нивоа снаге и поступак за одређивање "непознатог" атенуатора за проширење меног опсега система. Извршена је потпуна аутоматизација еталонирања унапређеном методом, што је предуслов за успешну практичну реализацију сложеног поступка еталонирања у прихватљивом временском оквиру. Развој нове методе и аутоматизованог мерног система значајно су осавременили и унапредили процес еталонирања сензора снаге у складу са савременим трендовима у овој области. Процес еталонирања сензора усавршеном методом је незнатно сложенији и временски продужен у односу на класичне методе еталонирања, али је добијена могућност мерења и корекције нелинеарности сензора снаге. Добијени резултати модернизације и аутоматизације су већ практично примењени у метролошкој лабораторији МЛ-02, а

могу се применити и у другим метролошким лабораторијама.

У осмом поглављу је извршена детаљна анализа и прорачун мерне несигурности еталонирања сензора унапређеном методом. Дефинисан је јединствен математички модел унапређене методе за прорачун мерне несигурности и извршена је анализа свих утицајних величина за несигурност еталонирања сензора и одређивање фактора еталонирања. Приказана је детаљна табела буџета мерне несигурности за еталонирање диодног сензора Agilent E4413A, прорачун мерне несигурности еталонирања за изабране нивое снаге и фреквенције и преглед мерне несигурности одређивања нелинеарности сензора унапређеном методом за карактеристичне снаге и фреквенције. Анализом је потврђено да је мерна несигурност унапређене методе еталонирања незнатно повећана у односу на класичне методе еталонирања и прихватљива је за еталонирање сензора снаге. При томе, омогућено је истовремено мерење и корекција нелинеарности сензора снаге и унапређење мерних карактеристика сензора и микроталасних ватметара.

У деветом поглављу су приказани резултати експерименталних мерења фактора еталонирања на више нивоа снаге и одређивање нелинеарности два типа сензора снаге (диодни и термопретварачки) применом унапређене методе. Извршена је валидација нове методе и аутоматизованог мерног система кроз низ поновљених еталонирања два типа сензора снаге и поређење добијених резултата са еталонирањем у екстерној метролошкој лабораторији и декларисаним карактеристикама сензора. Извршена је анализа и дискусија добијених резултата мерења, извучени су закључци и потврђене су главна и помоћна хипотеза. Резултати валидације и математички доказ израза (6.3) (поглавље 6.2) потврдили су примењивост и високе перформансе унапређене методе еталонирања и потврдили главну хипотезу, да је применом термисторског трансфер еталона и унапређеног метода еталонирања уз аутоматизацију мерења могуће у поступку еталонирања сензора снаге истовремено извршити и мерење нелинеарности сензора са прихватљивом мерном несигурношћу. Извршени прорачун мерне несигурности еталонирања сензора и анализа буџета несигурности мерења снаге доказује да примена унапређене методе еталонирања омогућава максималну корекцију нелинеарности сензора и доприноси значајном смањењу несигурности мерења микроталасне снаге. Тиме се битно унапређују мерне карактеристике сензора снаге и микроталасних ватметара без хардверске или софтверске дораде. Анализе експерименталних резултата мерења нелинеарности сензора довеле су до новог закључка да је нелинеарност сензора доминантно зависна од нивоа снаге, али зависи значајно и од фреквенције мереног сигнала. Овај закључак представља потврду помоћне хипотезе докторске дисертације, да је нелинеарност сензора снаге значајно зависна од нивоа мерене снаге али и од фреквенције сигнала. За максималну корекцију мерне несигурности мерења снаге потребно је мерити и кориговати нелинеарност сензора у зависности од нивоа снаге али и фреквенције мереног сигнала.

Десето поглавље представља закључак истраживања и констатује се да је потврђена хипотеза истраживања, као сублимација постигнутих резултата истраживања, доприноси дисертације и дају се могући правци даљег истраживања у овој области.

На крају дисертације је дат списак коришћене литературе, који садржи 111 референци. Поред тога, приказан је преглед слика и табела, индекс коришћених ознака и скраћеница.

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

Рад у часопису међународног значаја (M23):

1. **Predrag Rakonjac**, Zoran Mitrović, Ivica Milanović, Veljko Nikolić, Zoran Ilić, Nenko Brkljač, "Improved method for calibration and nonlinearity correction of microwave power sensor". *Technical Gazette*, 29(2), (accepted for publication on April 2022). <https://doi.org/10.17559/TV-20200817014455>

2. Ivica Milanovic, Zeljko Beljic, **Predrag Rakonjac**, Zoran Mitrovic, "Improved method for long-term frequency stability measurement using vector voltmeter ". *Technical Gazette*, 25(2), 2018. <https://doi.org/10.17559/TV-20160203223352>

Рад у часопису националног значаја (M52):

3. **Predrag Rakonjac**, Bratislav Milovanović, Nebojša Dončov, "Automated power sensors calibration up to 26.5 GHz", *Microwave Review*, Vol.14, No.2, Pg.20-27, Niš, December 2008., ISSN 1450-5835

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):

4. **Предраг Ракоњац**, "Анализа мерне несигурности аутоматизованог еталонирања термисторских сензора снаге до 18 GHz", Конгрес метролога 2007., Зборник радова ст. 269-277, Златибор, Србија, 2007.
5. **Предраг Ракоњац**, Братислав Миловановић, "Аутоматизовани систем за еталонирање сензора снаге у фреквенцијском опсегу од 50 MHz до 26,5 GHz", Конференција YUINFO 2008., Зборник радова-CD, Копаоник, Србија, 2008.
6. **Предраг Ракоњац**, Братислав Миловановић, Ивица Милановић, Небојша Дончов, "Мерна несигурност аутоматизованог еталонирања термопретварачких сензора снаге од 50 MHz до 26,5 GHz", 52. Конференција ЕТРАН 2008., Зборник радова-ЦД, МТ 3.5, Палић, Србија, 2008.
7. Младен Бановић, Ивица Милановић, **Предраг Ракоњац**, "Мерна несигурност мерења амплитуде помоћу анализатора фреквенцијског спектра", 54. конференција ЕТРАН 2010., Зборник радова МЛ 2.4, Доњи Милановац, Србија, 2010.
8. **Предраг Ракоњац**, Младен Бановић, Ивица Милановић, Милан Московљевић, "Валидација аутоматизованог еталонирања сензора микроталасне снаге у фреквенцијском опсегу од 50 MHz до 26,5 GHz", Зборник радова, Конгрес метролога 2011., Кладово, Србија, 2011.

Одбрањен магистарски рад (M72):

9. **Предраг Ракоњац**, „Мерни систем за аутоматизовано еталонирање сензора микроталасне снаге у фреквенцијском опсегу од 50 MHz до 26,5 GHz“, Магистарска теза, Електронски факултет у Нишу, Ниш, 2010.,

Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови тех. поступак (M83):

10. **Предраг Ракоњац**, Ивица Милановић, Младен Бановић, "Развој примарног војног еталона за микроталасну снагу и слабљење у фреквенцијском опсегу до 26,5 GHz", Интерни научно истраживачки пројекат за потребе Војске Србије, ТОЦ, 2009.

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

У истраживању проблема дефинисаног темом “Метода за мерење и корекцију нелинеарности сензора микроталасне снаге” постигнути су следећи значајни резултати:

Анализом постојећих метода за еталонирање сензора микроталасне снаге, метода за мерење нелинеарности сензора и доступне мерне опреме, осмишљена је и практично реализована оригинална унапређена метода за истовремено еталонирање и мерење нелинеарности сензора снаге. Применом термисторског трансфер еталона високе линеарности и унапређене методе еталонирања на више нивоа снаге уз аутоматизацију мерења, могуће је у поступку еталонирања сензора снаге истовремено извршити и мерење нелинеарности сензора са прихватљивом мерном несигурношћу. Одређивање нелинеарности сензора у току еталонирања омогућава корекцију резултата мерења снаге и доприноси значајном смањењу мерне несигурности због нелинеарности сензора и укупне мерне несигурности мерења микроталасне снаге. Тиме је омогућено значајно унапређење мерних карактеристика сензора и микроталасних ватметара, без хардверске или софтверске дораде и без додатних финансијских улагања.

На основу поређења резултата експерименталних мерења реализованих у метролошкој лабораторији МЛ-02 Техничког опитног центра за два типа сензора снаге - диодни и термопретварачки, са резултатима еталонирања из екстерне метролошке лабораторије и декларисаних карактеристика нелинеарности сензора, успешно је реализована валидација

унапређене методе. Валидација је потврдила применљивост и високе перформансе унапређене методе и аутоматизованог мерног система за еталонирање и мерење нелинеарности сензора снаге.

На основу дефинисаног математичког модела и прорачуна мерне несигурности еталонирања сензора израчуната је и потврђена прихватљива мерна несигурност унапређене методе еталонирања, која је у рангу са стандардном методом еталонирања у МЛ-02 и методама еталонирања других метролошких лабораторија. Прорачун мерне несигурности мерења снаге, након примене унапређене методе и корекције нелинеарности на сензору, потврдио је допринос унапређене методе значајном смањењу мерне несигурности мерења микроталасне снаге, тј. омогућено је значајно унапређење мерних карактеристика сензора и микроталасних ватметара. За диодне сензоре, коришћене у истраживању, постигнуто је релативно смањење мерне несигурности мерења снаге од 15,8% до 40,5%.

Развојем и валидацијом унапређене методе еталонирања и дорадом аутоматизованог мерног система за примену унапређене методе, процес еталонирања сензора снаге у МЛ-02 потпуно је аутоматизован и модернизован. Модернизација је заокружена кроз потпуну аутоматизацију еталонирања сензора и постигнуту контролу над сва три доминантна извора несигурности мерења снаге, у складу са савременим захтевима у овој области. Достигнути ниво аутоматизације и модернизације еталонирања сензора снаге је у рангу са најразвијеним метролошким лабораторијама и резултат је сопственог развоја у метролошкој лабораторији МЛ-02 ТОЦ.

Практичан допринос дисертације се огледа у унапређењу поступка еталонирања сензора микроталасне снаге и мерења нелинеарности сензора, као и унапређењу техничких могућности метролошке лабораторије МЛ-02, метролошког система ВС и Србије у области мерења микроталасне снаге и нелинеарности сензора. Унапређењем техничких могућности постојећих сензора и микроталасних ватметара стварају се предуслови за њихову примену и унапређење постојећих метода еталонирања и развоја нових метода еталонирања у области микроталасне снаге, антена, сензора електричног поља, ЕМК и др.

Колико је члановима Комисије познато, овако конципирано истраживање до сада није спроведено. Постојеће методе за еталонирање сензора снаге и мерење нелинеарности не омогућавају корекцију резултата мерења због нелинеарности и смањење мерне несигурности мерења снаге. У дисертацији су приказани и оригинални експерименталним мерењем добијени резултати промене нелинеарности сензора у зависности од нивоа мерене снаге и фреквенције сигнала, што се до сада веома ретко могло наћи у литератури.

### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Тумачење добијених резултата је јасно и прегледно. Формирани закључци у раду су поткрепљени одговарајућим теоријским анализама и резултатима мерења, добијеним из сопствених експерименталних истраживања. Резултати су приказани исцрпно и прегледно, уз навођење претходних истраживачких резултата из ове области.

**Рад је проверен у софтверу за детекцију плагијаризма *iThenticate*.**

### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

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:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

**Дисертација је у целини написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.**

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

**Дисертација садржи све битне елементе.**

### 3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

У овој докторској дисертацији је развијена и валидована оригинална унапређена метода за еталонирање сензора снаге која омогућава истовремено еталонирање сензора снаге и одређивање нелинеарности сензора, применом термисторског трансфер еталона, без додатних компликованих мерења нелинеарности и примене скупе додатне опреме. Нелинеарност сензора се одређује на основу измерених фактора еталонирања и примене новог израза (6.3), који је дефинисан и математички доказан у овом истраживању. Израз (6.3) повезује нелинеарност сензора и фактор еталонирања и омогућава реализацију унапређене методе и поједностављује поступак одређивања нелинеарности сензора.

Применом унапређене методе за еталонирање сензора и фамилије кривих фактора еталонирања за различите нивое снаге омогућава се корекција нелинеарности сензора и значајно смањење мерне несигурности (МН) мерења снаге, чиме се значајно унапређују мерне карактеристике сензора и микроталасних ватметара. Унапређење техничких карактеристика сензора и ватметара постиже се само еталонирањем сензора новом методом, без хардверске или софтверске дораде. Смањење МН мерења снаге унапређује мерне могућности лабораторија и отвара нове могућности примене постојећих сензора и микроталасних ватметара. Примена унапређене методе доприноси повећању тачности мерења микроталасне снаге, што омогућава јасније дефинисање најзначајнијих карактеристика телекомуникационих уређаја и има свој технички и економски значај и оправдање.

Истраживањем је потврђено да нелинеарност сензора зависи доминантно од нивоа мерене снаге, али постоји и значајна зависност од фреквенције мереног сигнала. Постојање значајне зависности нелинеарности од фреквенције се мора узети у обзир при најпрецизнијим мерењима снаге у циљу остварења максималне корекције и смањења МН. Унапређена метода омогућава да се нелинеарност сензора мери и коригује у зависности од снаге и фреквенције сигнала и тако постигне потпуна корекција нелинеарности и максимално смањење мерне несигурности. Овај резултат истраживања ће утицати на измену процедуре мерења нелинеарности у лабораторији МЛ-02 али могуће и у другим метролошким лабораторијама, посебно за прецизно мерење снаге у примарним метролошким лабораторијама и за еталонирање захтевних уређаја.

Извршен је детаљан опис процене мерне несигурности унапређене методе еталонирања и смањења мерне несигурности мерења снаге након корекције нелинеарности применом унапређене методе, што представља обједињена знања и искуства стечена проучавањем широке литературе и дугогодишњим радом у лабораторији МЛ-02. Овај допринос може олакшати рад другим истраживачима у овој области као један од могућих праваца развоја нових мерних метода. У дисертацији су детаљно описане најбитније методе за еталонирање сензора снаге и мерење нелинеарности сензора, приказани су њихови математички модели, начин реализације, карактеристике и наведена је релевантна литература.

Развојем и валидацијом унапређене методе еталонирања и дорадом аутоматизованог мерног система за примену унапређене методе, процес еталонирања сензора снаге у МЛ-02 потпуно је аутоматизован и модернизован у складу са савременим захтевима у овој области.

**Резултати и доприноси овог истраживања су већ практично примењени** у метролошкој лабораторији МЛ-02 у Техничком опитном центру (ТОЦ), а доступни су свим метролошким лабораторијама у систему одбране, у земљи и иностранству. Најбитнији допринос истраживања, унапређење мерних карактеристика сензора и микроталасних ватметара је доступан свим корисницима кроз услугу еталонирања у ТОЦ-у, као и свим метролошким лабораторијама које усвоје описану унапређену методу еталонирања сензора снаге. Унапређење техничких карактеристика сензора и микроталасних ватметара отвара могућности примене тих мерила за захтевнија мерења и еталонирања (по питању МН) и развоја нових метода еталонирања и мерења у областима микроталасне снаге, антена, сензора електричног поља, ЕМК и др.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања?

**У дисертацији нису уочени значајни недостаци који би утицали на резултат истраживања.**

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

- да се извештај о оцени докторске дисертације кандидата **Предрага Ракоњца** под називом „**Метода за мерење и корекцију нелинеарности сензора микроталасне снаге**“ прихвати, а кандидату одобри одбрана дисертације

У Новом Саду, 20. 09. 2021. године

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

др Платон Совиљ, редовни професор, председник

---

др Драган Денић, редовни професор, члан

---

др Драган Пејић, ванредни професор, члан

---

др Борис Антић, доцент, члан

---

др Марјан Урекар, доцент, члан

---

др Зоран Митровић, редовни професор, ментор

---

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.