

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Драгана Кнежевића, магистра електротехнике.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5047/15-3 од 16.07.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Драгана Кнежевића, магистра електротехнике, под насловом

„Карактеризација термовизијских система са панорамским приказом за надзор покретних објеката“

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

Драган Кнежевић је магистрирао 05. маја 2001. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, одбравивши магистарску тезу под насловом: „Анализа параметара термовизијских уређаја за детекцију циљева у ваздуху“, израђену под менторством проф. др. Јована Елазара.

Драган Кнежевић је уписао докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду школске 2015/2016. године, на модулу Наноелектроника и фотоника. Током студија, положио је све предвиђене испите са просечном оценом 10,00.

Кандидат је тему докторске дисертације под радним насловом **„Оптимизација термовизијских система са панорамским приказом за надзор брзопокретних објеката“** пријавио 22.06.2017. године.

Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду је одобрила предлог теме за израду докторске дисертације 28.06.2017. године.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је именовало Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5047/15-1 од 13.07.2017. године) у саставу:

1. др Слободан Петричевић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Зоран Николић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Физички факултет,
3. др Бранко Ковачевић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,

4. др Стевица Граовац, ванредни професор у пензији,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
5. др Марко Барјактаровић, доцент,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора докторске дисертације, предложен је др Петар Матавуљ, редовни професор, Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Кандидат је 25.07.2017. године положио јавну усмену одбрану теме (докторски испит). Комисија је предложила промену наслова теме у „**Карактеризација термовизијских система са панорамским приказом за надзор покретних објеката**“.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду, усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5047/15-2 од 10.10.2017. године).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (Одлука број 61206-4296/2-17 од 30.10.2017. године).

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао на преглед и оцену 22.06.2021. године.

Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду, потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације 29.06.2021. године.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је именовало Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (Одлука бр. 5047/15-3 од 16.07.2021. године) у саставу:

1. др Петар Матавуљ, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
2. др Зоран Николић, ванредни професор, Физички факултет Универзитета у Београду,
3. др Јован Цветић, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

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 „Карактеризација термовизијских система са панорамским приказом за надзор покретних објеката“ кандидата Драгана Кнежевића припада научној области Техничких наука – електротехника и рачунарство, у ужем смислу научној области Физичка електроника – наноелектроника и фотоника. За ове научне области, матичан је Електротехнички факултет. Ментор дисертације је др Петар Матавуљ, редовни професор, Електротехничког факултета Универзитета у Београду, који предаје више предмета на свим нивоима студија, и аутор је бројних научних радова из уже научне области ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Драган Кнежевић је рођен 26. марта 1968. године у Новом Саду, Република Србија. Основну школу „Светозар Марковић“ у Краљеву, уписао је школске 1974/75. године. Преселио се у Београд 1977. године. Школовање наставља у основној школи „Вељко Дугошевић“ и завршава 1982. године. Шесту београдску гимназију уписао је 1982/83. и завршио 1986. године. Носилац је дипломе „Михајло Петровић Алас“ из математике и физике. Учествовао је на републичким такмичењима из математике и физике и освојио неколико диплома и похвала.

Електротехнички факултет Универзитета у Београду, уписао је 1986. године, а наставу је почео да похађа 1987. године, после одслуженог војног рока на профилу техничка физика. Због догађаја у земљи, од 1990. године, више пута је прекидао студије дајући свој допринос у одбрани земље. 1996. године је дипломирао на Одсеку физичка електроника, смер Оптике електроника и ласерска техника. Магистарски рад под насловом „Анализа параметара термовизијских уређаја за детекцију циљева у ваздуху“, одбранио је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду у мају 2001.

Од 1998. до 2003. Године, био је запослен у ГШ Војске Југославије. Од 2003. године ради у МО-ВТИ као водећи истраживач у Одсеку за оптоелектронске системе, Одељења за сензорске системе, Сектора за електронске системе Војнотехничког института. Тежиште његовог рада се односи на анализу термовизијских уређаја и система, анализу и синтезу ИЦ сцене и стручну помоћ у области термовизијских мерења и термографије.

Драган Кнежевић је 2015. године уписао докторске студије на модулу Наноелектроника и фотоника на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Резултати досадашњег научно-истраживачког рада Драгана Кнежевића су:

- четири рада у истакнутим међународним часописима категорије M_{22} , од којих два из области докторске дисертације,

- три рада у међународним часописима категорије M_{23} , од тога један из области докторске дисертације,

- један рад из области докторске дисертације је тренутно у процесу рецензије у међународном часопису,

- два рада у часописима међународног значаја,

- седамнаест радова у зборницима међународних конференција,

- два поглавља у монографији националног значаја,

- шест радова у домаћим часописима,

- шестнаест радова у зборницима домаћих конференција и

- једно техничко решење.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на српском језику, на 121 страни (94 стране ефективног текста), и садржи 44 слике, 2 табеле и 90 библиографских референци. Текст докторске дисертације чине следећа поглавља: 1. Увод (3 стране), 2. Карактеризација ИЦ модела циља и позадине (28 страна), 3. Карактеризација IRST (11 страна), 4. Просторно-временско предфилтрирање (18 страна), 5. Процес триангулације (15 страна), 6. Закључак (2 стране), 7. Прилози (11 страна), и 8. Литература (4 стране). Дисертација садржи и уобичајене уводне (непагиниране) стране са неопходним информацијама о докторској дисертацији: резиме са кључним речима и подацима о научној области на српском (2 стране) и енглеском језику (2 стране) и садржај (2 стране). Поред наведеног, на крају докторске дисертације налази се, кратка биографија и библиографија аутора и обавезне изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу (1) дат је кратак осврт на термовизијске системе и савремену примену IRST у оквиру сензорских мрежа за надзор. Указано је на главне непоузданости које утичу на примену ових система и карактеризацију термовизијских система са панорамским приказом у односу на: пасивну детекцију и пасивно одређивање удаљености

посматраног објекта од сензора, могућност праћења краткотрајних температурних одраза, расположивост довољно великог броја кадрова у секунди за захтевано видно поље и време интеграције, просторно-временско предфилтрирање сигнала, потребно време за аквизицију и дистрибуцију података крајњим корисницима и процену захтева за побољшане карактеристика детектора (детективност, одзивност, осетљивост).

У другом поглављу (2), које се односи на карактеризацију мете и позадине, анализирано је више карактеристичних циљева на основу радијансе доминантних извора зрачења летелица у односу на познату радијансу позадине чистог неба. За потребе анализе и формирања модела циља летелице, праћене су промене радијансе током маневара различитих парова летелица који се односе на различиту оријентацију, висину, правац и брзину лета за различите дневно-ноћне услове у односу на термовизијску камеру, којом је праћен њихов лет. У раду су приказани делови експерименталних резултата, којима су потврђене тврдње из доступне литературе, на основу којих је уз стечена сазнања током мерења донета одлука за карактеризацију мете и позадине. Дефинисана су 4 различита модела ИЦ циља у зависности од услова посматрања и маневра летелице.

Приказ карактеристичних параметара IRST система је дат у наредном поглављу (3). Дата је повезаност параметара IRST система, као што су област претраживања, просторна резолуција и просторна осетљивост за дефинисани крајњи домет система и познати модел ИЦ циља. Посебно су обрађена модулативна преносна функција, осетљивост и системске карактеристике IRST система. Дате су математичке релације за модулативну преносну функцију, као и неке карактеристичне зависности од просторне учестаности.

Остали утицаји на IRST систем, као што су вероватноћа детекције и вероватноћа лажног аларма, прагови одлучивања и др., анализирани су у поглављу (4) Просторно – временско предфилтрирање. Овде је описана метода филтрирања, заснована на логичким и скуповним операцијама, уведен је CTV параметар, неопходан за пикселизацију сигнала, дати су симулациони резултати и извршена анализа резултата. Дефинисана је реалистична зона детекције и показана неопходност филтрирања и у просторном и у временском домену.

Следеће поглавље (5) се односи на процес аквизиције десетине циљева у оквиру једне сензорске ћелије за просторну триангулацију. Анализирана је структура асиметричне сензорске мреже за надзор у оквиру које се позиционирање циљева у реалном времену одређује методом триангулације и симулиран је тај процес са приказом резултата. Развијен је нумерички модел базиран на методи најмањих квадрата.

У Закључку (6) су дати осврт и анализа постигнутих резултата и остварена очекивања. Изложен је предлог даљих истраживања у односу на модел ИЦ циља летелице, као и неопходни захтеви карактеристика IRST система за: предложено просторно - временско филтрирање и примену триангулације за аквизицију циљева у сензорској мрежи.

Дисертација садржи и три прилога (8) у којима су детаљније описани поступци засебно вршених мерења и обраде података на основу којих се извлаче закључци изнесени у раду. У Прилогу 1, приказани су резултати претходно извршених мерења краткотрајних високо-температурних промена, као и мерења температуре током процеса детонације експлозива. У Прилогу 2, дат је приказ обраде резултата у експерименталном поступку процене ирадијансе, чија се валидност потврђује праћењем вредности слабљења у атмосфери на основу упоредног праћења два авиона који лете истим брзинама и истим курсем, паралелно померени међусобно око 10 m и на различитим растојањима један иза другог, тако да се у оквиру видног поља мерног термовизијског уређаја виде два авиона. У Прилогу 3 приказан је кратак опис поједностављеног развијеног нумеричког модела за предфилтрирање, који се користи у развијеној апликацији и састоји из више целина. У последњем поглављу (8) наведен је списак коришћене литературе. (Видети 3.2.)

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Термовизијски системи и савремена примена IRST система у оквиру сензорских мрежа за надзор су у фокусу данашњих истраживања за контролу сабраћаја у цивилној примени и за војне потребе. Применом симулационих нумеричких модела за предфилтрирање и процесирање секвенци ИЦ сцена термограма у реалном времену код IRST система, потиснут је значајно лажни аларм. То је постигнуто праћењем сукцесивних фрејмова и применом приказаног модела са логичким и скуповним операцијама над дефинисаним областима суседства унутар текућег кадра и неколико наредних. Успостављен је и услов поновљивости за сваки објекат који се налази у зони суседства са претходног фрејма, односно услов суперконтроле. Постојање већег броја објеката у зони суседства не спречава потврду о постојању мете, али зона суседства не разликује растојања до мете, због чега је неопходна примена методе триангулације.

Издвојени циљеви на нивоу елементарне сензорске ћелије, са IRST системима применом нумеричког модела за триангулацију, потврђују праћење групе од 90 летелица у реалном времену. На основу промене позиција између сукцесивних скенова, могуће је нумеричком симулацијом проценити њихове трајекторије, брзине, висине, формације у лету, облике маневра, а тиме, иако се ради о тачкастим циљевима, на основу ових података се може извршити класификација летелица (ловачки авион, бомбардер, хеликоптер, беспилотна летелица, итд.).

Значај истраживања, огледа се у побољшању квалитета и квантитета информација које се могу добити из посматране инфрацрвене сцене и брзог и ефикасног издвајања позиција уочених објеката током панорамског претраживања.

Оригиналан научни допринос је у: одређивању ИЦ сигнатура летелице, формирању алгоритма за предфилтрирање и процесирање у реалном времену секвенци сцена са термограма, симултаном обради добијених информација са различитих група сензора (више термовизијских камера), такође, у реалном времену, као и оптимизацији IRST система за праћење реалне сцене са већом дубином претраживања, пасивном детекцијом и фреквенцијом освежавања слике. На овај начин је проширена граница детекције IRST система до 100 km од сензорске ћелије, а да је при томе могуће праћење до 90 удаљених објеката у реалној сцени унутар зоне детекције, без приказа лажних аларма уз могућност разликовања објеката на основу издвајања кључних параметара-карактеристика тачкастог објекта који се прати.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току израде дисертације, кандидат је истражио доступну, релевантну литературу и коректно цитирао 90 референци које су од значаја за тему дисертације. Литература обухвата широк опсег публикација, од књига/монографија које су посвећене физици процеса ИЦ одраза летелица и слабљења у атмосфери, преко научних/стручних радова који се односе на системске карактеристике термовизијских уређаја, до радова који описују различите алгоритме естимације као и базне математичке методе које се баве анализом система одбране, захватом циљева и квантитативним доношењем одлука у истраживању војних операција. Литература укључује и две публикације у међународним часописима категорије M_{22} и једну публикацију у међународном часопису категорије M_{23} , на којима је кандидат првопотписани аутор, а које су произашле током научно-истраживачког рада на дисертацији. Као секундарне референце налазе се и други радови из библиографије кандидата, који се односе на проблематику тезе у ширем смислу.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

После проучавања доступне литературе, која се односи на проблем пасивне групне аквизиције летелица термовизијском техником, приликом истраживања, примењене су експерименталне и симулационе методе.

Експерименталне методе подразумевају:

1. Снимање налета летелица термовизијском камером ради моделовања ИЦ сигнатура мета компаративним праћењем,
2. Пробну конструкцију IRST система и његово коришћење за снимање реалних сцена у различитим условима (статички и динамички услови снимања).

Симулационе методе се односе на формирање и примену алгоритама за детекцију мета у снимљеним сценама. Коришћене су познате методе за обраду слике, као и оригинално дизајниран метод за предфилтрирање термограма применом логичких и скуповних операција. Коришћен је ефикасан поступак триангулације који успешно потискује лажне сигнале и доприноси брзом формирању синтетичке слике.

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације, састојала се у следећем:

- Проучавање доступне литературе која се односи на: ИЦ сигнатуру летелица, перформансе IRST система, моделе система одбране и математичке методе за одлучивање, процену, издвајање и аквизицију објеката од интереса у ИЦ сцени.
- У оквиру основног истраживања, извршена је селекција различитих приступа коришћених до сада и постављен је нови начин посматрања, тј. нови поступак и принцип за издвајање и аквизицију објеката у сцени.
- Анализиране су доступне технологије: рачунарски системи високих перформанси са одговарајућим софтверским пакетима, хардверска решења са програмабилном логиком и могућношћу надоградње, технологија детектора на бази InSb и PbS са системом за хлађење и електроником за контролу система и обраду података, технологије за потискивање *компромитујућег* електромагнетног зрачења и могућност даље аутоматизације.
- Снимањем налета типских летелица према одговарајућем програму, потврђени су наводи из литературе и стечена нова искуства и знања, што је било од велике важности за карактеризацију ИЦ сигнатуре циља. Такође, формиран је модел IRST система и анализиран рад у статичким и динамичким условима посматрања (у односу на кретање осматрачког система).
- Извођење критичног експеримента применом дефинисаног алгорита, а на бази реално добијених вредности од утицаја на естимацију, пасивну аквизицију и праћење 90 циљева једновремено у реалном времену.
- Верификација и потврда модела анализом статистичких података симулације и експериментално добијених вредности.

На основу изложеног, Комисија констатује да су примењене научне методе адекватне за извођење валидних закључака за карактеризацију термовизијских система са панорамским приказом за надзор покретних објеката. Уочено је да је оригинални научни допринос дисертације управо у осмишљеном аналитичком приступу дефинисања сигнатуре циља у ИЦ области таласних дужина, потискивању лажних аларма и истовременој пасивној аквизицији више циљева у реалном времену.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати и закључци ове дисертације, расветљавају могућност брзе и ефикасне пасивне детекције различитих циљева у ваздуху, пасивно одређивање даљине за све циљеве захваљујући мрежној поставци система и њихову класификацију знатно пре

испуњења услова за препознавање облика, на основу праћења физичких параметара кретања објеката од интереса. Применом симулационих нумеричких модела за предфилтрирање и процесирање секвенци ИЦ сцена термограма у реалном времену, потиснут је значајно лажни аларм.

Остварени резултати показују да је могуће праћење групе до 90 летелица истовремено у реалном времену и њихово уочавање на довољно великој удаљености од 100km, што се уклапа у војне одбрамбене стратегије, а од изузетне је користи и за примене у цивилне сврхе. На овај начин се омогућава унапређење комерцијалних IRST система и даје значајан допринос у области термовизијске технике.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У току израде докторске дисертације, спроведени су захтевни експерименти посебно у домену организације, дефинисања и праћења налета војних летелица, што захтева високу обученост и поверење свих актера учесника у самом експерименту. Драган Кнежевић је показао изузетне организационе способности у току извођења ових експеримената.

Поред тога, кандидат је исказао и способност за научно-истраживачки рад почевши од систематичног прегледа актуелне литературе, преко показане креативности у осмишљавању експеримента и истраживачких метода, до адекватне анализе добијених резултата. Остварени резултати истраживања су верификовани у еминентним међународним часописима. Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на све постављене захтеве на почетку израде ове дисертације и дефинисаног плана рада. Такође, кандидат је уочио и предвидео могућности за даља унапређења и побољшања приказаних модела и трасирао пут за даља истраживања.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси које је кандидат Драган Кнежевић остварио у својој докторској дисертацији су:

- Одређена је ИЦ сигнатура летелице у средњем инфрацрвеном таласном подручју на основу добијених обрађених термовизијских снимака.
- Формиран је алгоритам за предфилтрирање и процесирање у реалном времену секвенци сцена са термограма.
- Показано је да симултана обрада добијених информација, са различитих група сензора (више термовизијских камера) у реалном времену, даје комплетнију и тачнију информацију о броју и типу уочених реалних мета, што је омогућено применом оригинално формираног алгоритма.
- Извршена је оптимизација IRST система што је омогућило праћење реалне сцене са већом дубином претраживања и фреквенцијом освежавања слике, тј. проширена је границе детекције IRST система.
- Формиран је нумерички симулациони модел за одређивање тачне позиције циљева методом просторне триангулације.
- Показана је остварљивост детекције до 90 објеката од интереса у реалној сцени, без приказа лажних аларма, као и разликовање објеката на основу екстракције њихових кључних параметара-карактеристика.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Пасивно одређивање даљине је од великог значаја за све оптоелектронске уређаје са формирањем слике. Показало се да постоји изводљивост тачног одређивања удаљености објеката од интереса у сцени, а самим тим и њихова аквизиција у оквиру мрежног концепта ИЦ пасивних сензора. Такође је значајно да је могуће вршити класификацију објеката од интереса на основу карактеристика њиховог кретања, на много већим удаљеностима од границе препознавања њихових стварних облика. Велики број научних радова, који је публикован у последње време, посвећен је утврђивању физичких процеса за издвајање сигнала удаљених објеката који доводе до ове појаве. Међутим, резултати који су доступни у литератури су разноврсни, неусаглашени, а често и контроверзни. Разлог за ово је постојање више различитих приступа механизмима и физичким процесима који се користе за аквизицију тачкастих ликова удаљених објеката од интереса и њихово препознавање или класификација на основу физичких особина кретања. Показано је да је просторно и временско предфилтрирање улазних векторских података неопходно пре одређивања координата циљева, применом умреженог осматрачког система, посебно код откривања вишеструких циљева у области претраживања. Симулациони нумерички модел обезбеђује мерење сферних (угаоних) координата захваћених објеката, одређивање њихових удаљености од сензорске станице, трансформацију измерених и израчунатих координата објеката и њиховог тренутног праћења. Резултати дисертације представљају значајан корак напред у расветљавању пасивне детекције тачкастих ликова удаљених објеката од интереса посматрања у реалном времену и квалитативан допринос теорији одлучивања, имајући у виду да се детектовани циљеви класификују најкасније за 4 секунде од тренутка првог уочавања у сцени. Резултати су публиковани у три међународна часописа, два категорије M₂₂ и једном категорије M₂₃, и на једној међународној конференцији.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације, верификовани су у следећим радовима приказаним према категоријама:

Категорија M₂₂:

1. Dragan M. Knežević, Petar S. Matavulj, Zoran M. Nikolić, Modeling of aircraft infrared signature based on comparative tracking, *Optik*, vol. 225, 165782 (7p), 2021. (ISSN 0030-4026)
(DOI:10.1016/j.ijleo.2020.165782, IF 2.443(2020))
2. D. Knežević, A. Redjimi, K. Mišković, D. Vasiljević, Z. Nikolić, J. Babić, Minimum resolvable temperature difference model, simulation, measurement and analysis, *Optical and Quantum Electronics*, vol. 48, 332 (7p), 2016. (ISSN: 0306-8919)
(DOI 10.1007/s11082-016-0598-7, IF 1.290(2015))

Категорија M₂₃:

1. D. Knežević, M. Dragović, M. Srećković, V. Ibrahimović, A. Kovačević, Numerical complexity of real-time tracking of objects in defined space by infrared optoelectronic devices, *Indian Journal of Pure and Applied Physics*, vol. 52(07), pp. 457-464, 2014. (ISSN: 0019-5596)
(<http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/29025>, IF 0,854(2012))

Категорија М34:

1. Dragan Knežević, Petar Matavulj and Zoran Nikolić. The possibility of an information processing in the infrared picture. *9th Photonics Workshop, Book of Abstracts*, p. 3, Kopaonik, Serbia, March 2 - 6, 2016. (ISBN 978-86-82441-44-1)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

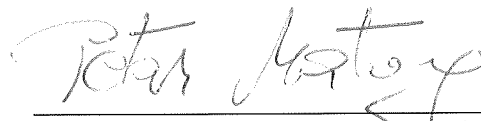
Докторска дисертација кандидата Драгана Кнежевића, магистра електротехнике, под насловом „**Карактеризација термовизијских система са панорамским приказом за надзор покретних објеката**“ представља савремени научни допринос у области Електротехнике и рачунарства, односно уже научне области Физичке електронике – наноелектронике и фотонике.

Текст дисертације је правилно структуриран, са добром организацијом поглавља. Дисертације је испунила постављене и дефинисане циљеве наведене у образложењу приликом пријаве теме. Остварени су предвиђени очекивани резултати, чиме је кандидат показао способност за добру организацију и самосталан научни рад. Карактеризација ИЦ модела циља и позадине, карактеризација IRST система, просторно – временско филтрирање и процес триангулације, извршени су детаљно и систематично са правилно изведеним закључцима који су верификовани у три рада публикована у међународним часописима са *JCR* листе.

Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Драгана Кнежевића испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се примењују приликом вредновања докторске дисертације на Универзитету у Београду, и на Електротехничком факултету. Узимајући у обзир све остварене резултате и оригинални научни допринос, Комисија за задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација Драгана Кнежевића под насловом „**Карактеризација термовизијских система са панорамским приказом за надзор покретних објеката**“ изложи на увид јавности, прихвати и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а кандидату одобри јавна усмена одбрана.

У Београду 20.07.2021. године.

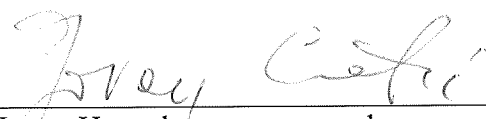
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Петар Матавуљ, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Николић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Физички факултет



др Јован Цветић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет