

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Милоша Бјелића.

Одлуком бр. 5004/13-3 од 27.2.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Милоша Бјелића под насловом

### **“Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“**

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

Милош Бјелић је уписао докторске студије 2013. године на модулу Телекомуникације. Пријавио је тему за израду докторске дисертације 1.6.2017. године. Комисија за студије трећег степена је на својој седници дана 6.6.2017. године разматрала поднету пријаву теме докторске дисертације и свој предлог о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање. Наставно-научно веће је на својој седници дана 20.6.2016. године именовало Комисију за оцену услова и прихватање теме ове докторске дисертације, одлука број 5004/13-2. Наставно-научно веће на седници одржаној дана 12.9.2017. године усвојило је поднети извештај Комисије. Веће научних области техничких наука својом одлуком број 61206-3584/2-17 од 25.9.2017. године дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом: “Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“.

Кандидат је дана 1.2.2018. године предао урађену докторску дисертацију на преглед и оцену. Комисија за студије трећег степена на својој седници одржаној дана 6.2.2018. године потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације. На основу тога Наставно-научно веће Факултета својом одлуком број 5004/13-3 од 27.2.2017. године именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у сасатаву који је наведен на крају овог извештаја.

#### 1.2. Научна област дисертације

Ова докторска дисертација припада области Техничких наука – Електротехника, ужа научна област Техничка акустика. За ментора је одређена др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор. Она је изабрана у звање ванредног професора за област Техничке акустике и сви њени публиковани радови који је квалификују за ментора су из те области.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Милош Бјелић је рођен 1989. године у Прибоју. Основну школу завршио је у Новој Вароши. Средњу Техничку ПТТ школу у Београду завршио је 2008. године. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2008. године. Основне студије је завршио на Одсеку за телекомуникације и информационе технологије, смер Аудио и видео технологије. Дипломирао је у јулу 2012. године са темом „Радна станица за испитивање карактеристика аудио система“. Ментор дипломског рада био је Миомир Мијић. За време основних студија добио је награду „Илија Стојановић“ за најбољи студентски рад на међународној конференцији ТЕЛФОР 2011.

Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Аудио и видео технологије, уписао је 2012. године. У септембру 2013. године завршио је мастер студије одбраном мастер тезе под називом „Практична реализација електронских бубњева“. Ментор овог мастер рада била је Драгана Шумарац Павловић. Током основних и мастер студија био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја и општине Нова Варош. У четвртој години основних студија боравио је на једномесечној стручној пракси у ЈП Емисиона техника и везе. У периоду између основних и мастер студија, обавио је тромесечну праксу у фирми СББ (*Serbian BroadBand*).

Од октобра 2013. године је студент докторских академских студија на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на модулу Телекомуникације и до сада је положио све испите предвиђене студијским програмом. Пријавио је тему докторске дисертације под називом „Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“.

Од новембра 2013. до септембра 2017. године био је запослен на Електротехничком факултету, Катедра за Телекомуникације у звањима истраживач приправик и истраживач сарадник. Од 1.10.2017. запослен је у звању асистента.

Тренутно је ангажован на следећим пројектима:

- ERASMUS+ “BENEFIT – Boosting the telecommunications engineer profile to meet modern society and industry needs”, (Grant agreement no: 170025120), European Commission, 2017-2020.
- „Integracija i harmonizacija sistema zvučne zaštite u zgradama u kontekstu održivog stanovanja“, broj projekta: TR 36026, (1.11.2013 – ).
- Razvoj visokog obrazovanja: „Primena IT u merenju i kontroli buke“, (2017 – 2018)

Такође је био ангажован на више комерцијалних пројеката у оквиру активности Лабораторије за акустику.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Милоша Бјелића је написана на 275 стране. На почетку се налазе насловна страна и кратак резиме на српском и енглеском језику, као и садржај. Текст рада се

састоји од осам поглавља, а на крају се налази преглед коришћене литературе и прилози. Поглавља су организована у следећем редоследу: 1 Увод, 2 Микрофонски низ и алгоритми за обраду сигнала, 3 Дизајн и хардверска реализација микрофонског низа оптимизованог за мониторинг саобраћајне буке, 4 Анализа звучног поља у спољашњој средини употребом микрофонског низа, 5 Угаона расподела инцидентне енергије спољашње буке на фасади, 6 Прорачун изолационе моћи фасадних преграда, 7 Прорачун теренске изолационе моћи фасадних преграда на основу експериментално одређених угаоних расподела, и 8 Закључак. Након прегледа коришћене литературе налази се део са прилозима. На самом крају дисертације, као додаток, налазе се обавезни прилози: биографија и неопходне изјаве аутора.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Након увода, прву целину чине поглавља 2 и 3 у којима су изложени уводни појмови из области микрофонских низова и просторно-временске обраде њихових сигнала. У другом поглављу приказана је подела микрофонских низова према распореду микрофона у простору, што се назива геометрија микрофонског низа. Затим су приказане најважније карактеристике микрофонских низова као што су: дијаграм усмерености, ширина главог лоба и појава бочних лобова. Након тога представљени су алгоритми за просторно-временску обраду сигнала који се користе за одређивање правца наиласка звука на микрофонски низ. Приказан је основни и у литератури најчешће коришћени алгоритам *Delay and Sum (DaS)* са објашњењем његових предности и ограничења. Затим су приказани напреднији алгоритми за обраду сигнала којим се постиже већа динамика при локализацији звучних извора у простору. На крају поглавља приказани је експеримент у ком су упоређени представљени алгоритми са циљем њиховог међусобног поређења.

У трећем поглављу приказан је конкретан дизајн микрофонског низа који је коришћен за анализу саобраћајне буке у овом раду. Детаљно је изложен поступак оптимизације позиције микрофона у простору са циљем да се постигну што боље карактеристике низа при задатом броју микрофона и са задатим радним фреквенцијским опсегом. Приказане су карактеристике саобраћајне буке у урбаним условима које утичу на избор радног фреквенцијског опсега низа. Микрофонски низ са оптимизованим позицијама микрофона упоређен је са другим геометријама низова из литературе. Након тога приказан је поступак реализације прототипа микрофонског низа и пратећих механичко-електричних компоненти које су потребне за функционисање система. Детаљно је приказан реализовани систем за вишеканалну аквизицију сигнала са микрофона, као и алгоритам за еквиализацију фреквенцијске карактеристике микрофона.

Другу целину дисертације чине поглавља 4 и 5. У њима је изложена методологија и добијени резултати експерименталног истраживања које је имало за циљ мапирање звучног поља уз помоћ реализованог микрофонског низа, утврђивање доминатних извора буке и њихових специфичних фреквенцијских карактеристика. Све то је као крајни циљ омогућило категоризацију урбаних зона на основу разлика у карактеру звучног поља, односно угаоне расподеле инцидентне енергије на површини зграда. У поглављу 4 приказане су локације у урбаним условима на којима су извршена снимања буке помоћу микрофонског низа. За сваку локацију приказани су геометријски параметри који одређују профил терена у ком се налази фасада зграде где је био постављен микрофонски низ. Описани су параметри и њихове вредности које су коришћене у алгоритмима за просторно-временску обраду сигнала. У овом поглављу приказани су и резултати локализације звучних извора у простору помоћу три коришћена алгоритма за сваку мерну локацију.

У петом поглављу представљен је поступак за одређивање функције густине вероватноће угаоне расподеле спољашње буке на фасади зграде на основу резултата алгоритама за обраду сигнала са микрофонског низа приказаних у претходном поглављу. Добијене су функције густине вероватноће за различите конфигурације терена, различите алгоритме, као и различите висине постављања микрофонског низа. Дискутоване су разлике у облицима расподела у овим случајевима. Након тога представљен је алгоритам за вишедимензиону статистичку анализу помоћу кога је извршена категоризација урбаних локација на основу облика расподела. Као резултат добијено је неколико категорија урбаних локација на основу којих су у дисертацији вршене даље анализе.

Трећи део дисертације чине поглавља 6 и 7. Она су посвећена проблему прорачуна звучне изолације фасадних преграда у претходно анализираним урбаним условима. У поглављу 6 приказани су математички модели за предикцију вредности изолационе моћи преграде за коју су познати релевантни физички параметри. Приказано је неколико модела из литературе и објашњени су недостаци са становишта предикције остварене вредности изолационе моћи. Детаљно је објашњен модел за предикцију који обухвата све појаве при простирању звука кроз преграду и који је коришћен у овој дисертацији. На крају поглавља дат је пример прорачуна једне монолитне преграде.

У седмом поглављу приказани су резултати прорачуна изолационе моћи фасадних преграда на основу експериментално добијених расподела по математичком моделу приказаном у претходном поглављу. Угаона расподела инцидентне енергије спољашње буке, добијена на основу просторног мапирања звучног поља у равни фасаде, употребљена је у прорачуну изолационе моћи најчешћих облика материјализације фасадних елемената; бетонских зидова и прозора. Извршена је процена промене испољених изолационих својстава посматраних стандардних преграда у различитим категоријама урбаних окружења. Ради поређења израчунате су и вредности изолационе моћи истих преграда у околностима теоријске угаоне расподеле инцидентне енергије која одговара дифузног звучног пољу. У дисертацији су приказани резултати за две усвојене материјализације фасадних преграда када се налазе у различитим урбаним условима. Детаљно су анализирани добијене вредности за различита коришћена мерна места у граду, за различите алгоритме за обраду сигнала и за различите висине од тла. На основу утврђене категоризације мерних места из петог поглавља анализирани су разлике у оствареној изолационој моћи за различите категорије урбаних локација. Дискутована су одступања меродавне вредности изолационе моћи од теоријске вредности и објашњени разлози за констатоване разлике.

У последњем, осмом поглављу, сумирани су остварени резултати и изнети закључци до којих се дошло у истраживањима приказаним у дисертацији. Истакнути су такође и остварени научни доприноси дисертације. На крају су дате смернице за будућа истраживања и даље унапређења која је могуће остварити у овој области. Дисертација има релативно велики обим прилога да се избегло оптерећење основног текста рада и његово лакше праћење. Прилози садрже детаљније приказе свих резултата спроведених анализа разматраних у различитим поглављима.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

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

Рад кандидата Милоша Бјелића бави се употребом савремених техника просторно-временске обраде сигнала добијених микрофонским низом за анализу веома актуелног проблема спољашње буке у урбаним срединама. Употреба микрофонског низа и његова оптимизација

за просторну анализу звучног поља у урбаном окружење представља оригиналан приступ у анализи спољашње буке који до сада није приказан у литератури. Та приступ као резултат даје експериментално утврђену расподелу инцидентне енергије на фасадама објеката у раличитим фреквенцијским опсезима. Подаци о реалним карактеристикама инцидентне енергије на фасадама објеката у градским условима не постоје у литератури, па метод предложен у дисертацији омогућава експериментално мерење расподеле, што као улазни податак има директну примену у процени потребних изолационих својстава фасадних елемената. Оригиналноста тезе се огледа и у примени вишедимензионе статистичке анализе у класификацији расподела инцидентне енергије по фреквенцијским опсезима. То је резултовало класификацијом урбаних зона на основу утврђене разлике у карактеристикама звучног поља амбијенталне буке. Овај оригинални приступ даје податке корисне у процесу зонирања урбаних подручја које је свака држава у обавези да изврши у наредном периоду на основу одговарајуће европске директиве. Анализом фреквенцијских карактеристика доминантних извора звука могуће је предвидети адекватне акционе планове за смањење буке на одређеним локацијама.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током рада на дисертацији кандидат је користио обимну литературу из области која је обрађена. Списак референци приказан на крају дисертације садржи 85 наслова. У оквиру тог броја налази се врло широк опсег публикација који укључује књиге, часописе, зборнике са домаћих и међународних конференција и техничке извештаје института о извршеним истраживањима. Велики део цитираних публикација је новијег датума, мада су укључени и сви најзначајнији историјски, може се рећи референтни наслови да би се употпунила слика о обрађиваној материји. У списку референци налазе се и радови у којима је кандидат аутор или коаутор, а који садрже оригиналне резултате директно произашле из рада на дисертацији.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање спроведено у оквиру дисертације обухвата теме из области звучне заштите, просторно временске обраде сигнала и статистичке класификације које су кроз различите експерименталне и теоријске методе обрађене у раду. Најважније методе примењене у раду побројане су у наставку.

- Теоријски су анализирани различити алгоритми за просторно-временску обраду сигнала са микрофонских низова и њихова примењивост за анализу звучног поља у коме се као доминанти извори буке појављују аутомобили и друга возила у саобраћају која представљају покретне изворе звука.
- Осмишљени су и реализовани оптимizacionи поступци за избор позиција микрофона којима се добија максимални однос главног и бочних лобова са ограниченим бројем микрофона, што омогућава довољно прецизну детекцију извора звука. Ова реализација је базирана на доступним подацима из литературе о спектралном садржају саобраћајне буке и очекиваним брзинама кретања возила. Калибрација фреквенцијских карактеристика микрофона реализована је уз примену адаптивног филтрирања.
- На основу резултата оптимizacionог поступка, а у циљу анализе и експерименталне провере постављених хипотеза, дизајниран је и практично реализован потребан хардвер микрофонског низа и пратећег истема за вишеканалну аквизицију сигнала. С њим су извршена теренска мерења на различитим урбаним локацијама и са различитом конфигурацијом објеката и саобраћајница, а обрада снимљених сигнала је извршена користећи реализоване алгоритме за просторно-временску обраду.

- Развијен је алгоритам за израчунавање фреквенцијски зависних угаоних расподела инцидентне енергије на свим посматраним локацијама. На бази вишедимензионалне статистичке анализе извршена је категоризација урбаних локација према карактеристикама звучног поља. Анализом појединачних доминатних извора звука на локацијама детектоване су различите категорије извора звука.
- У раду је коришћена теоријска анализа поступака прорачуна изолационих својстава грађевинских преграда и израчунате су остварене изолационе моћи неких стандардних фасадних преграда на бази експериментално утврђених расподела инцидентне енергије.

Све научне методе примењене у раду су адекватне, што доказују добијени и до сада публиковани резултати.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати приказани у овој докторској дисертацији могу имати примену у више домена. Прво, предложена и реализована методологија мерења угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке уз помоћ микрофонског низа омогућава реално сагледавање структуре звучног поља у различитим урбаним условима, што пружа основу за анализу доминатних извора буке и израду акционих планова за смањење њеног нивоа. Друго, предложена методологија базирана на измереним вредностима расподеле инцидентне енергије омогућава прорачун реално потребних изолационих својстава фасадних елемената на зградама у различитим условима саобраћајне буке. Треће, употребом вишедимензионе статистичке анализе фреквенцијски зависних угаоних расподела добијена је категоризација различитих урбаних локација, што је важан податак у процесу будућег акустичког зонарања насеља.

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

Кандидат Милош Бјелић је кроз одабир и систематичан преглед актуелне литературе из области звучне изолације и просторно-временске обраде сигнала, кроз самостални експериментални рад на осмишљавању и практичној реализацији микрофонског низа оптимизованог за анализу саобраћајне буке, кроз реализацију теренских мерења и анализе вишеканалних временски дуготрајних снимака, кроз теоријску анализу утицаја различитих физичких фактора и параметара анализе, као и кроз друге сегменте свог експерименталног и теоријског рада показао висок степен самосталности у истраживачком раду.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У овој докторској тези остварени су следећи доприноси који представљају унапређење постојећег знања у области анализе спољашње буке.

- Дизајниран је и реализован микрофонски низ оптимизован за анализу саобраћајне буке са пратећим системом за аквизицију његових сигнала. На основу познатих спектралних својстава саобраћајне буке оптимизоване су позиције микрофона у простору тако да реализовани микрофонски низ има карактеристике које су боље у односу на друге конфигурације описане у литератури. Дизајнирани микрофонски низ

има смањен број микрофона у односу на друге конфигурације, уз задржан квалитет локализације извора буке у простору.

- Уведена је процедура за експериментално одређивање функције густине вероватноће угаоне расподеле инцидентне енергије буке на фасадама зграда која као таква није позната у општем случају, а теоријски модели ове расподеле често не одговарају реалним околностима на терену. Предложена метода је заснована на примени микрофонског низа, и омогућава одређивање угаоне расподеле за било коју конфигурацију терена у којој се може наћи фасадна преграда, и у фреквенцијском опсегу од интереса за акустички комфор у зградама. На основу предложене методе реализован је софтвер који омогућава израчунавање функције густине вероватноће угаоне расподеле спољашње буке на фасади.
- Утврђена је разлика између испољених вредности изолационе моћи фасадних преграда у различитим околностима изложености саобраћајној буци и за различите конфигурације терена. Ове разлике су последица различитих облика угаоних расподела инцидентне спољашње буке на фасади. Резултати изложени у овој дисертацији показали су опсег могућих одступања те вредности када се фасада налази у различитим урбаним условима.
- Реализован је софтвер за израчунавање фреквенцијске зависности вредности изолационе моћи на основу грађевинских података за преграду и експериментално добијених угаоних расподела инцидентне спољашње буке. У раду су приказани резултати за две врсте фасадних преграда, најчешће коришћених у савременој градњи зграда.
- Приказан је метод за категоризацију услова у којима се налази зграда на основу облика угаоне расподеле енергије на фасади, а у зависности од профила терена у ком се налазе зграде. На основу тога дефинисано је неколико категорија у које су сврстане све мерне локације обрађене у дисертацији. Овај резултат омогућава увођење препорука за оптимизацију акустичког комфора у зградама при пројектовању грађевинских објеката у различитим урбаним зонама. Израчунавањем вредности остварене изолационе моћи за дефинисане категорије локација отвара се могућност сагледавања реалних потреба материјализације фасада са аспекта заштите од буке.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постављених циљева истраживања, постављених хипотеза и остварених резултата комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на све постављене дилеме и задатке. Набројани научни доприноси значајни су у домену стицања нових сазнања из области звучне изолације, заштите од буке у спољашњој средини, као и оптимизације геометрије микрофонских низова за мапирање звучног поља покретних извора звука задатих карактеристика.

Кандидат је развио оригиналну методологију за експериментално уврђивање фреквенцијски зависне угаоне расподеле инцидентне звучне енергије на фасадама објеката у урбаним срединама, чиме су се створили услови за прорачун реално испољених изолационих својстава преграда. Мапирањем звучног поља омогућена је детаљна анализа фреквенцијских и временских карактеристика доминантних извора звука у спољашњој средини, чиме су створени предуслови за категоризацију урбаних зона на бази карактеристика поља буке.

Несумњив допринос тезе је и оптимизациони поступак за избор позиција микрофона у микрофонском низу којим се добија максимални однос величине главног и бочних лобова са ограниченим бројем микрофона. Овај резултат је публикован у часопису из категорије M21. У раду је приказана примена тог поступка на микрофонски низ оптимизован за саобраћајну

буку у урбаној средини, али је овај резултат тезе примењив и у свим другим околностима када је ограничен број микрофона, на пример због ограничења хардвера за аквизицију, или када се примена односи на неке специфичне звучне садржаје.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације Милоша Бјелића верификовани су у следећим радовима (наведени по М категоријама према Правилнику Министарства просвете и науке Србије):

##### Категорија M20:

1. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, Microphone array geometry optimization for traffic noise analysis, *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol 141(5), 3101-3104 (2017), (M21), IF: 1.572.
2. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, *Comparison of LMS adaptive beamforming techniques in microphone arrays*, *Serbian Journal of Electrical Engineering*, Vol. 12, No. 1, pp. 1-16, Feb, 2015, DOI: 10.2298/SJEE1501001B, ISSN: 1451-4869, (M24), IF: nema.

##### Категорија M30:

1. Ognjen Jovanović, **Miloš Bjelić**, Jelena Čertić, Equalization Frequency Characteristics of the Microphone for Acoustic Camera, *ICETRAN*, Kladovo, jun 2016, Broj rada (zbornik radova CD): AKI 1.2, ISBN: 978-86-7466-692-0, (M33).
2. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Comparison of beamforming algorithms for localization and separation of sound sources*, AAAA, Ljubljana, septembar 2016, Broj rada (zbornik radova CD): 13.4, (M33).
3. Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *In situ measurement of noise incidence angle distribution at the building envelope*, *Inter Noise*, Hamburg, avgust 2016, Zbornik radova CD: pp.3803-3812, ISBN: 2221-3767, (M33).
4. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Miljko Erić, *LMS adaptivni mikrofonski niz u realnim sobnim uslovima – neki eksperimentalni rezultati*, *INFOTEH*, Jahorina, mart 2014, Broj rada (zbornik radova CD): KST-2-9, ISBN: 978-99955-763-3-2, COBISS.RS-ID: 4247064, (M33).

##### Категорија M63:

1. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Određivanje uglova incidencije buke u urbanim sredinama*, *ETRAN*, Kladovo, jun 2017, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.1, ISBN: 978-86-7466-692-0, (M63).
2. Miodrag Stanojević, **Miloš Bjelić**, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Lokalizacija zvučnih izvora primenom različitih dekonvolucionih tehnika*, *ETRAN*, Zlatibor, jun 2016, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.1, ISBN: 978-86-7466-618-0, (M63).
3. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Dizajn mikrofonskog niza optimizovanog za monitoring saobraćajne buke*, *ETRAN*, Zlatibor, jun 2016, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.2, ISBN: 978-86-7466-618-0, (M63).
4. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, *Detekcija slabih tačaka u zvučnoj izolaciji*, *ETRAN*, Srebrno jezero, jun 2015, Broj rada (zbornik radova CD): AK 2.3, ISBN: 978-86-80509-71-6, (M63).
5. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, *Određivanje pravca nailaska signala pomoću mikrofonskog niza na osnovu vremenskih kašnjenja*, *ETRAN*, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.1, ISBN: 978-86-80509-70-9, (M63).
6. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, *Poređenje tehnika adaptivnog LMS beamforming-a na mikrofonskim nizovima*, *ETRAN*, Vrnjačka banja, jun 2014, Broj rada (zbornik radova CD): AK 1.2, ISBN: 978-86-80509-70-9, (M63), **Najbolji rad mladog istraživača na sekciji.**

##### Категорија M80:

1. **Miloš Bjelić**, Miodrag Stanojević, Miomir Mijić, Dragana Šumarac Pavlović, „Optimizovani mikrofonski niz za monitoring saobraćajne buke“, 2017, (M85).



## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу чињеница изложених у овом извештају Комисија је закључила да докторска дисертација Милоша Бјелића под насловом “Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о виоком образовању и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

Мултидисциплинарна истраживања споведена у оквиру дисертације обједињују три велике области. То су звучна изолација, просторно-временска обрада сигнала базирана на микрофонским низовима и вишедимензионална статистичка категоризација. У дисертацији су истраживачки обрађене теме из области развоја алгоритама и оптимizacionих поступака за конфигурисање и калибрисање микрофонских низова када се користе за мапирање звучног поља у спољашњој средини, а у околностима ограниченог броја микрофона. На основу тога је предложена метода и реализован наменски хардвер за екперименталну анализу доминатних извора звука у урбаној средини и њихових временских и фреквенцијских карактеристика. Развијена је оригинална методологија за утврђивање угаоне расподеле инцидентне енергије буке која омогућава израчунавање теренске изолационе моћи фасадних елемената испољене у реалним околностима, као и њену оптимизацију за задате услове. Добијена угаона расподела послужила је као основа за вишедимензиону статистичку анализу на основу које је извршена категоризација урбаних зона према карактеристикама звучног поља на фасадама зграда.

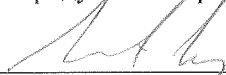
На основу свега изложеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под називом “Анализа угаоне расподеле инцидентне енергије спољашње буке применом микрофонског низа“ кандидата Милоша Бјелића прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 1.3.2018. године

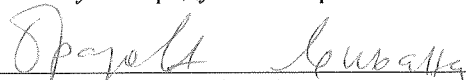
### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



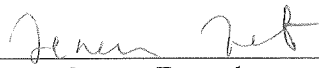
др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор,  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Миомир Мијић, редовни професор,  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Љиљана Брајовић, ванредни професор,  
Универзитет у Београду – Грађевински факултет



др Јелена Тертић, доцент,  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милан Меркле, редовни професор,  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет