

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Татјане Миљковић

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 1800/40 од 14.10.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Татјане Миљковић под насловом

Објективна и перцептивна карактеризација тона и тонских интервала генерисаних музичким инструментима

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Татјана Миљковић је уписала докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Телекомуникације 2018. године. Током студија положила је све испите са просечном оценом 10 и испунила све обавезе везане за студијски истраживачки рад предвиђене планом и програмом.

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.

Кандидаткиња Татјана Миљковић је 30.09.2021. године пријавила тему за израду докторске дисертације под насловом „Објективна и перцептивна карактеризација тона и тонских интервала генерисаних музичким инструментима“.

Комисија за студије трећег степена је, на својој седници одржаној 06.10.2021. године, размотрила предлог теме за израду докторске дисертације, и упутила Наставно-научном већу Електротехничког факултета предлог Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

Наставно-научно веће је на својој 865. седници, одржаној 12.10.2021. године, донело одлуку (одлука бр. 5029/18-1 од 22.10.2021. године), о именовању Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Јелена Ћертић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др ум Драгана Јовановић, ванредни професор, Универзитет уметности у Београду – Факултет музичке уметности
- др Дражен Драшковић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора докторске дисертације предложена је др Драгана Шумарац Павловић, редовни професор.

Јавна усмена одбрана теме докторске дисертације одржана је 25.10.2021. године, пред именованом Комисијом. Комисија је дала оцену „задовољио“.

Наставно-научно веће је на својој 867. седници одржаној 16.11.2021. године донело одлуку о усвајању Извештаја Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације. За ментора је именована др Драгана Шумарац Павловић, редовни професор Универзитета у Београду – Електротехничког факултета.

Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предложену тему докторске дисертације и именовање ментора на седници одржаној 10.12.2021. године (одлука број 61206-4937/2-21).

Кандидаткиња Татјана Миљковић је 30.09.2025. године предала докторску дисертацију на преглед и оцену.

Комисија за студије трећег степена је, на својој седници одржаној 07.10.2025. године, потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће је на својој 919. седници, одржаној 14.10.2025. године (одлука број 1800/40), именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације у саставу:

- др Јелена Ћертић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Драгомир Ел Мезени, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
- др Дејан Ћирић, редовни професор, Универзитет у Нишу – Електронски факултет.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Техничке науке — Електротехника и рачунарство за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду. У ужем смислу, дисертација припада научној области Техничка акустика.

За ментора докторске дисертације одређена је др Драгана Шумарац Павловић, редовни професор на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Ментор има вишегодишње истраживачко и наставно искуство везано за научне области којима припада докторска дисертација кандидаткиње.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Татјана Миљковић је рођена 1995. године у Београду. Завршила је основну школу „Ђура Даничић“ у Београду као носилац Вукове дипломе 2009. године. Нижу музичку школу „Петар Коњовић“ похађала је од 2004. до 2009. године и била проглашена за ђака генерације. XII Београдску гимназију у Београду уписала је 2009. године, а завршила 2013. године као носилац Вукове дипломе. Средњу музичку школу „Ватрослав Лисински“ уписала је 2009. године, а завршила 2013. године. Електротехнички факултет уписала је 2013. године. Дипломирала је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије 2017. године. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Аудио и видео технологије завршила је у септембру 2018. Ментор приликом израде мастер рада под називом “Анализа музичког садржаја помоћу хроматограма” била је Драгана Шумарац Павловић. У новембру 2018. године уписала је докторске студије на Електротехничком факултету у Београду.

Од новембра 2018. до маја 2022. године била је запослена на Електротехничком факултету, при Катедри за Телекомуникације, у звању истраживач приправник. Од маја 2022. запослена је у звању истраживач сарадник на Електротехничком факултету. Ангажована је у извођењу лабораторијских вежби на основним и мастер академским студијама на предметима: Електрична мерења, Практикум софтверски алати 1 и 2, Електроакустика, Основи говорне комуникације, Обрада сигнала 1, Обрада сигнала 2, Адаптивна обрада сигнала, Аудио системи и Анализа и синтеза музичких сигнала.

Аутор је 6 радова у међународним часописима са SCI листе, 3 рада у часописима од националног значаја, 7 радова на конференцијама међународног значаја, 24 рада на конференцијама националног значаја и 1 техничког решења.

Учествовала је у изради 22 пројекта и студије чији је реализатор Електротехнички факултет у Београду. Пројекти су из категорија научни и комерцијални.

На конференцији ЕТРАН 2018. добитник је награде за најбољи рад младог аутора из области Акустика. На конференцијама ЦИГРЕ 2019 и ЦИГРЕ 2021 добитник је награде за најбољи реферат у студијском комитету Ц4 (Техничке перформансе ЕЕС). Коаутор је рада који је на конференцији ЕТРАН 2022 добио награду за најбољи рад у секцији Акустика.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на српском језику. Укупан број страна дисертације, почевши од увода, укључујући референце, библиографију и биографију, је 136. Дисертација је организована у 8 поглавља, са литературом од 123 референце и прилозима.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Инхармоничност: феномени, алгоритми и перцептивне импликације
3. О музичким инструментима: клавир, чембало и харфа
4. Алгоритми дигиталне обраде сигнала за анализу и синтезу инхармоничних тонова
5. Снимање тонова музичких инструмената и репозиторијум за складиштење снимака
6. Кроз призму коефицијента инхармоничности: објективна карактеризација клавира, чембала и харфе
7. Перцептивни ефекти инхармоничности: природност синтезе и консонантност интервала
8. Закључак

Поред основних поглавља, дисертација садржи насловну страну на српском и енглеском језику, страницу са подацима о ментору и члановима Комисије и сажетак са кључним речима и подацима о научној области на српском и енглеском језику, потом биографију аутора и обавезне изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада, Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Након уводног поглавља, у коме су образложени тема и мотивација за истраживање спроведено у оквиру дисертације, у другом поглављу детаљно су објашњени појам инхармоничности и физички узроци њеног настанка. Посебно је разјашњена појава фантомских парцијала који настају као последица нелинеарних спрезања различитих типова трансверзалних и лонгитудиналних осцилација у жици, као и њиховог спрезања са принудним осцилацијама у телу инструмента, чији збир формира коначан резултат – чујни тон. Појава инхармоничности обрађена је и са аспекта перцептивних последица које утичу на боју звука карактеристичну за поједине инструменте, на перцепцију висине тона, а тиме директно и на кључну последицу – дисонантност или консонантност перцепције музичких интервала. Приказана су и досадашња истраживања у области физичког моделовања механичких вибрација у жицама и телу инструмента, као и бројна истраживања перцептивних последица на различите атрибуте којима се описују музички тонови и који се користе као изражајна средства у процесу музичког стварања. Коефицијент инхармоничности, као централни феномен код жичаних инструмената, обрађен је и са становишта алгоритама за његову аутоматску естимацију из снимљених сигнала.

У трећем поглављу детаљније су представљени клавир, чембало и харфа као репрезентативни жичани инструменти код којих су истовремено присутни инхармоничност и фантомски парцијали. Избор ових инструмената произлази из чињенице да припадају различитим подгрупама према механизму генерисања звука: клавир је ударни инструмент (побуда чекићем), док су чембало и харфа трзани – код чембала жица се побуђује посредно механизмом, а код харфе директно прстима извођача. Разлике у начину побуде, конструктивним решењима и материјалима (тело инструмента, тип и димензије жица) систематски утичу на промену коефицијента инхармоничности B дуж фреквенцијског опсега, као и на израженост фантомских парцијала. Сваком инструменту посвећено је

посебно потпоглавље, организовано у три целине: (1) конструкција и материјали, са нагласком на релевантне механичке и акустичке параметре; (2) механизам генерисања звука и специфичности побуде; (3) структура временских обвојница репрезентативних тонова и њихових парцијала. Оваква структура омогућава упоредно сагледавање утицаја механике побуде и конструкције на инхармоничност и појаву фантомских парцијала код три различита типа жичаних инструмената.

У четвртом поглављу описан је софтверски алат MuPI (*Musical Signal Processing with Prominent Inharmonicity*), развијен у оквиру дисертације. Алат обухвата низ алгоритама развијених и прилагођених сигнаlima музичких инструмената, укључујући инструменте код којих је изражена инхармоничност. Алат омогућава широкопојасну и ускопојасну анализу сигнала. Развијена је двоструко комплементарна филтарска банка са фазном корекцијом, која омогућава анализу појединачних спектралних компоненти. У почетним фазама анализе сигнала истраживање је било засновано на контролисаним ручним проценама кључних параметара (нпр. основна фреквенција тона f_0 , коефицијент инхармоничности B , обвојнице парцијала), уз алате за визуелизацију, издвајање значајних параметара и циљану манипулацију сигналом. У оквиру алата омогућена је и аутоматска процена коефицијента инхармоничности. У алат су уграђени алгоритми који подразумевају анализу на основу прозора као и анализу над целим током снимљеног сигнала. Посебан модул омогућава декомпозицију сигнала на канале који одговарају парцијалима комплексних тонова и поновну синтезу сигнала уз непосредно преслушавање начињених модификација. Развијени алгоритми обраде сигнала на нивоу сваког парцијала процењују обвојницу у временском домену, као и значај парцијала прорачуном релативних односа у спектру сигнала.

У петом поглављу представљена је онлајн база снимака различитих инструмената у целом фреквенцијском опсегу инструмента, са свим релевантним подацима о одсвираном тону, начину свирања, моделу и типу инструмента. За потребе истраживања у оквиру ове докторске дисертације, снимљен је велики корпус тонова клавира, чембала и харфе одсвираних у реалним условима. Снимања су обављена на Факултету музичке уметности Универзитета уметности у Београду. Инструменте су свирали професори и студенти ФМУ. Сваки тон сниман је појединачно до потпуног ишчезавања звука. Добијени материјал организован је у репозиторијум који, поред аудио-записа, садржи детаљне метаподатке (извођачи, локација, инструмент и микрофон, трајање, фреквенција одабирања, формат), чиме се омогућава поуздано претраживање, управљање и цитирање. У овом поглављу описани су архитектура и организација аудио портала, начин приступа и коришћења, као и подскуп података који је анализиран у оквиру дисертације.

У шестом поглављу приказана је објективна карактеризација анализираних инструмената са аспекта инхармоничности тонова. Прелиминарним истраживањима, коришћењем стандардног PFD (*Partial Frequencies Deviation*) алгоритма за аутоматску естимацију основне фреквенције и коефицијента инхармоничности, установљено је да у случајевима тонова са израженим фантомским парцијалима настају одређене грешке. Оне су елиминисане предложеном модификацијом PFD алгоритма, којом се у фази предобраде сигнала детектују фантомски парцијали и изузимају из процеса естимације коефицијента инхармоничности. Алгоритам је развијан примарно за харфу, код које је типично присуство малог броја основних парцијала уз истакнуте фантомске парцијале. Предложени приступ верификован је на синтетизованим тоновима, чија је синтеза заснована на обвојницама појединачних парцијала естимираних из реалних снимака, уз контролу следећих параметара: број парцијала, позиција и број фантомских парцијала, коефицијент инхармоничности. Додатна провера спроведена је и на теоријском моделу осциловања жице дефинисаном физичким параметрима жица. Комплетна карактеризација изведена је на основу предложеног модификованог алгоритма за процену коефицијента инхармоничности.

У седмом поглављу описана су два субјективна теста реализована у оквиру дисертације. Циљ првог теста био је верификација предложених модела адитивне синтезе, при чему је основна

идеја избор варијанте синтезе којом се пре свега чува природност звука. Детаљно је приказана методологија објективног и субјективног вредновања природности тона, у којој је учествовало 46 слушалаца. Предложена адитивна синтеза узима у обзир природне временске обвојнице свих парцијала и омогућава промену коефицијента инхармоничности, чиме поставља основу за даља истраживања. У другом субјективном тесту, уз усвојену методологију синтезе, испитивана је промена дисонантности музичких интервала у функцији промене интервала и коефицијента инхармоничности. Анализа је обухватила тонове харфе и чембала, који се разликују по броју истакнутих парцијала и спектралним обвојницама. Као модел објективне процене дисонантности интервала коришћени су модели из литературе засновани на анализи позиције и међусобне фреквенцијске удаљености парцијала унутар критичног опсега, а добијени резултати упоређени су са исходима субјективних тестова. У овом експерименту учествовало је 12 музички образованих слушалаца.

У закључним разматрањима сумирани су кључни налази, критички размотрени и упоређени са очекивањима, те дискутовани у односу на постављене хипотезе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Истраживање представљено у дисертацији заснива се на актуелним питањима из области музичке акустике и обраде аудио сигнала, са посебним освртом на феномен инхармоничности и улогу фантомских парцијала у формирању и перцепцији музичких тонова.

Оригиналност рада огледа се у:

- развоју модификованог PFD алгоритма са побољшаном тачношћу за процену коефицијента инхармоничности у присуству фантомских парцијала;
- реализацији софтверског алата MuPI, који омогућава интерактивну анализу, декомпозицију и синтезу тонова са контролом инхармоничности;
- формирању онлајн репозиторијума снимака клавира, чембала и харфе, који обухвата детаљне метаподатке и омогућава поновљивост резултата;
- анализи харфе са становишта феномена инхармоничности и фантомских парцијала;
- спровођењу објективних и субјективних експеримената који први пут интегрално повезују физичке, алгоритамске и перцептивне аспекте феномена инхармоничности.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Литература обухвата 123 референце, претежно радове из часописа из области физичке акустике, дигиталне обраде аудио сигнала, психоакустике и перцепције музичких сигнала.

Посебно су обухваћени најзначајнији извори из области физичког моделовања жичаних инструмената, анализе тонова, перцепције музичких интервала. Анализирани су базични радови који описују таласну једначину за идеалну и круту жицу, као и новија истраживања о нелинеарним спрезањима и појави фантомских парцијала. Коришћени су и радови из области дигиталне обраде сигнала, укључујући технике пројектовања комплементарних филтарских банака. Међу цитираним референцама, издвајају се и радови који се односе на аутоматску процену коефицијента инхармоничности. Списак литературе укључује и радове које је кандидаткиња публиковала као аутор, и који верификују научне доприносе ове дисертације.

Преглед литературе показао је да су претходна истраживања углавном била усмерена на клавир као референтни инструмент, док су феномени инхармоничности и фантомских парцијала код харфе и чембала били недовољно истражени.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У истраживањима у оквиру докторске дисертације коришћене су адекватне инжењерске и научне методе:

- Аналитичке методе за физичко описивање вибрација жице и тела инструмента;
- Развој софтверског алата за детаљну анализу снимљених тонова, са могућношћу ручне и аутоматске анализе свих релевантних параметара реалних тонова. Предложене методе декомпозиције и анализе музичких сигнала, засноване на комплементарним филтарским банкама са фазном корекцијом, коришћене су за остваривање циљева дисертације и имају ширу применљивост на сигнале са структуром карактеристичном за тонове музичких инструмената. Софтверски оквир представља универзалан алат погодан за анализу, визуелизацију, издвајање параметара и контролисану ресинтезу;
- Верификација развијеног модификованог PFD алгоритма поређењем са физичким моделом;
- Субјективно тестирање као стандардна истраживачка метода у домену акустике и обраде аудио сигнала, са синтезом стимулуса којом је омогућена контрола параметара (B , f_0 , број и амплитуде парцијала);

Комбинација физичког, алгоритамског и психоакустичког приступа показала се као адекватна за целокупно истраживање феномена, а добијени резултати су у складу са постављеним хипотезама и циљевима рада.

3.4. Применљивост остварених резултата

Остварени резултати имају вишеструку примену:

- у даљим истраживањима инхармоничности и њених перцептивних последица;
- у музичкој акустици и дигиталној синтези звука, као подлога за синтезу тонова музичких инструмената са контролисаном инхармоничношћу са очувањем природности тонова;
- у области обраде аудио сигнала, где предложени алгоритми могу побољшати анализу, рестаурацију и класификацију тонских записа;
- у психоакустичким и музиколошким истраживањима, која се баве перцепцијом консонантности, боје и природности звука.

Поред научне примене, развијени алати и база података имају и педагошки потенцијал у настави из области акустике и обраде музичких сигнала.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња је у потпуности самостално формулисала научно релевантан истраживачки проблем, дефинисала и реализовала адекватне алгоритамске и експерименталне поступке, те критички интерпретирала добијене резултате.

Способност за научни рад потврђена је кроз:

- критичко сагледавање литературе;
- развој оригиналних алгоритама и алата;
- дизајн и спровођење експеримената који обухватају објективне и субјективне методе;
- интеграцију резултата из различитих области (физика, обрада аудио сигнала, психоакустика);
- јасну аргументацију и систематично представљање резултата у складу са научним стандардима.

Кандидаткиња је резултате истраживања успешно презентовала кроз неколико радова које је публиковала у часописима и на конференцијама. Кандидаткиња је показала способност за самосталан и интердисциплинаран научни рад, као и потенцијал за даљи развој у области музичке акустике и обраде аудио сигнала.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси приказани у дисертацији односе се на:

- Систематично прикупљање и организацију новоформиране, отворене базе снимака реалних инструмената, која је послужила за реализацију дисертације и представља основу за даља истраживања (класификација сигнала, богати метаподаци, могућност проширења);
- Реализацију комплексног софтверског алата за анализу и синтезу музичких тонова. У оквиру алата развијена је комплементарна филтарска банка са фазном корекцијом за декомпозицију и идеалну реконструкцију транзијентних сигнала, што омогућава детаљну широкопојасну и ускопојасну спектралну анализу, као и контролисану ресинтезу са могућношћу промене свих релевантних параметара. Додатно, реализована је естимација временске обвојнице сваког појединачног парцијала према предложеном моделу, као и синтеза на бази оригиналних или модификованих параметара;
- Детаљну анализу утицаја броја и позиције фантомских парцијала на тачност процене коефицијента инхармоничности на синтетизованим сигнаlima и предлог модификованог mPFD алгорита за аутоматску процену коефицијента инхармоничности у околностима спектрално доминантних фантомских парцијала. Алгоритам је систематично верификован на корпусу синтетизованих сигнала, затим додатно проверен у односу на теоријски модел (заснован на физичким карактеристикама жица) са нумеричком верификацијом побољшања у естимацији и примењен за процену инхармоничности тонова клавира, харфе и чембала;
- Предлог методологије синтезе тонова засноване на анализи реалних тонова уз предложену естимацију обвојница парцијала, верификоване субјективним тестовима;

- Осмишљавање и реализацију субјективних тестова и поступка њиховог вредновања за оцену природности реализованих начина синтезе, као и тестова за објективну и субјективну процену утицаја инхармоничности на перцепцију дисонантности тонских интервала;
- Посебан допринос у области систематске свеобухватне анализе харфе као музичког инструмента. У релевантној литератури, од инструмената који су од интереса за ову докторску дисертацију, далеко је највише заступљен клавир. Харфа се по својим конструктивним карактеристикама значајно разликује од клавира, па су, самим тим, код харфе доминантни ефекти који код клавира нису приметни. У оквиру ове дисертације, поступци анализе дефинисани за клавир су модификовани и прилагођени харфи имајући у виду специфичности које проистичу из њене конструкције.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидаткиња је на систематичан и конзистентан начин објединила знања из области физичких механизма генерисања тонова, музичке перцепције и напредних техника обраде сигнала у истраживању коефицијента инхармоничности као кључног параметра карактеристичног за одређене групе жичаних инструмената. У доступној стручној литератури истраживачки фокус је деценијама превасходно био на клавиру. У овој дисертацији су, поред клавира, детаљно обрађени чембало и харфа, инструменти код којих се често јављају изражени фантомски парцијали који у пракси деградирају тачност постојећих алгоритама за аутоматску естимацију инхармоничности.

Предложеном модификацијом PFD алгорита (детекција и изузимање фантомских парцијала, адаптиван број парцијала), постигнута су значајна побољшања у естимацији коефицијента инхармоничности у односу на стандардни поступак. Модификација PFD алгорита верификована је како на синтетизованим тако и на реалним сигнаlima. Ово побољшање се огледа и у физичкој конзистентности добијених кривих $B(f)$ (монотони тренд у складу са моделом жице), што омогућава поузданије упоређивање инструмената и повезивање спектралних карактеристика са механичким параметрима (материјал, геометрија, тензија жице).

Развијени софтверски алат MuPI омогућио је детаљну анализу и синтезу сигнала са могућношћу директног повезивања објективних параметара (f_0 , B , обвојнице парцијала) и перцептивних исхода (природност синтезе, доживљај дисонантности интервала). Поред тога, база снимљених тонова реалних инструмената и корпус синтетизованих тонова омогућили су систематизовану анализу утицаја фантомских парцијала и поновљивост добијених резултата.

У домену спроведених субјективних тестова, резултати тестова су критички сагледани у односу на објективне параметре и различите моделе из литературе.

Иако резултати јасно указују на предност предложених метода, ваља нагласити да укупни перцептивни ефекат инхармоничности не делује изоловано: он је условљен регистром, расподелом и бројем парцијала, енергетским опадањем и присуством фантомских компоненти. Додатно, тачност естимације и даље зависи од поузданости детекције фантомских парцијала и квалитета улазних података, што представља простор за даља методолошка унапређивања.

4.3. Верификација научних доприноса

Главни резултати истраживања који су предмет ове тезе објављени су у радовима у међународним часописима (2 рада), зборнику са међународне конференције (1 рад) и зборницима националних конференција (4 рада).

Категорија M21:

1. **Miljković, T.**, Bjelić, M., Ćertić, J., Šumarac Pavlović D.: "Estimation of Harp String Inharmonicity Influenced by Phantom Partial", *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 158, no. 4, pp. 3187–3202, Oct. 2025, (**IF=2.6**), doi: 10.1121/10.0039660.
2. **Miljković, T.**, Ćertić, J., Bjelić, M., Šumarac Pavlović, D.: "Digital Signal Processing of the Inharmonic Complex Tone," *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 15, p. 8293, July 2025, (**IF=2.5**) (ISSN 2076-3417), doi: 10.3390/app15158293.

Категорија M33:

1. **Miljković, T.**, Bjelić, M., Šumarac Pavlović D., Cincović, J., Drašković, D.: "Open data portal for audio files based on microservice architecture", *Proceedings of the 12th International Conference on Information Society and Technology*, Information Society of Serbia - ISOS, Kopaonik, Serbia, Mar, 2022, pp. 145 – 148.

Категорија M63:

1. **Miljković, T.**, Ćertić, J., Šumarac Pavlović D.: "Subjektivna ocena različitih metoda sinteze muzičkih tonova sa izraženom inharmoničnošću," - *Zbornik radova 67. Konferencije ETRAN*, Istočno Sarajevo, Jun 2023, AK 1.4 1-6, ISBN: 978-86-7466-970-9.
3. **Miljković, T.**, Bjelić, M., Ćertić, J., Šumarac Pavlović D.: "Koeficijent inharmoničnosti tonova harfe – Specifičnost i problemi automatske procene," *Zbornik radova 66. Konferencije ETRAN*, Novi Pazar, Jun 2022, AK 2.3 1-6, ISBN: 978-86-7466-930-3.
4. **Miljković, T.**, Damjanović, J., Ćertić, J., Šumarac Pavlović D.: "Uticaj estimacije frekvencija harmonika na procenu koeficijenta inharmoničnosti čembala," *Zbornik radova 65. Konferencije ETRAN*, Etno selo Stanišići, Septembar 2021, str. 20-25, ISBN: 978-86-7466-894-8.
5. **Miljković, T.**, Bjelić, M., Šumarac Pavlović D., Ćertić, J.: "Analiza algoritma za procenu koeficijenta inharmoničnosti različitih klavira," *Zbornik radova 64. Konferencije ETRAN*, Beograd, Septembar 2020, str. AK1.2.1-AK1.2.6, ISBN: 978-86-7466-852-8.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидаткиње Татјане Миљковић, под насловом „Објективна и перцептивна карактеризација тона и тонских интервала генерисаних музичким инструментима“, написана је на српском језику и у потпуности је у складу са образложењем наведеним у пријави теме. Рад садржи све елементе прописане Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду и прописима Универзитета у Београду.

Дисертација се бави интердисциплинарним проблемом објективне и перцептивне карактеризације тонова и тонских интервала генерисаних музичким инструментима, са посебним освртом на жичане инструменте. Кандидаткиња је објединила своје познавање музичке теорије, физике проблема и знање из области обраде аудио сигнала, предложила нове поступке и методологије (алгоритамске и експерименталне), анализирала њихову практичну имплементацију и критички оценила добијене резултате.

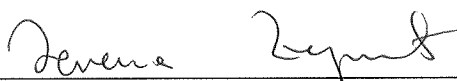
Резултати истраживања указују на значај инхармоничности и повезаних спектралних појава (фантомски парцијали) за објективно описивање и перцептивно вредновање тонова и интервала. Развијени софтверски алати и поступци омогућају детаљну анализу, декомпозицију и контролисану ресинтезу тонова са експлицитном контролом релевантних параметара, као и дизајн и вредновање субјективних тестова за процену природности и дисонантности. Прикупљена и организована база снимака реалних и синтетизованих тонова обезбеђује поновљивост истраживања и проверљивост закључака.

Кандидаткиња Татјана Миљковић показала је способност за самосталан научни рад, интердисциплинаран приступ и трансфер знања између теорије музике, акустике и дигиталне обраде сигнала. Уз уважавање чињенице да је проблематика рада актуелна и значајна за развој музичке акустике, области која у нашој стручној јавности до сада није била довољно заступљена, Комисија констатује да рад садржи оригиналне научне доприносе и да су постављени циљеви остварени.

Имајући у виду наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „Објективна и перцептивна карактеризација тона и тонских интервала генерисаних музичким инструментима“ кандидаткиње Татјане Миљковић прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Датум, 21.10.2025.

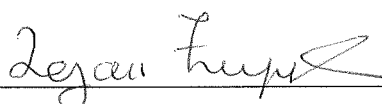
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



др Драгомир Ел Мезени, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Дејан Ћирић, редовни професор
Универзитет у Нишу – Електронски факултет