

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Филипа Пантелића** за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5041/13—1 од 21.12.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Филипа Пантелића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме "Анализа корелације између механичких и акустичких особина контрабаса".

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Филип (Бранислав) Пантелић рођен је 20.12.1978. године у Београду. На Електротехничком факултету у Београду завршио је основне студије на смеру Нуклеарна и медицинска техника, и мастер студије на смеру Аудио и видео технологије. На Филиолошко-уметничком факултету у Крагујевцу стекао је звање дипломирани музичар, контрабасиста. Од 2002. године ради као наставник у средњим и основним музичким школама где предаје контрабас, аудио-видео технику, физику и информатику. Од 2016. до данас ради на Високој школи електротехнике и рачунарства као асистент.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Од 2013. године, Филип Пантелић је студент докторских студија на модулу Телекомуникације, Електротехничког факултета у Београду. На докторским студијама Филип Пантелић је одрадио све обавезе и положио испите из следећих предмета:

Одабрана поглавља из акустике просторија (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Методе моделовања звучног поља (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Неуралне протезе (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Биофизичке методе у наномедицини (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Акустички дизајн просторија (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Дигитална обрада сигнала (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Увод у научни рад (6 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Математичко моделовање физичко-техничких процеса (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Акустика просторија (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
Оптоелектронске мерне методе (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)

Положени испити су усмерени на изучавање акустике, моделовања звучног поља као и обраде сигнала што је у складу са предложеном темом докторске дисертације која припада области музичке акустике.

У складу са Законом о високом образовању, односно Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће Електротехничког факултета је, на предлог Комисије за студије трећег степена, на седници Већа одржаној 21.12.2016. године, именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације кандидата Филипа Пантелића у саставу:

1. др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. мр Јелена Матић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Шумарски факултет у Београду,
3. др Јован Цветић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора је предложен др Миомир Мијић, редовни професори Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Усмена одбрана теме је одржана на Електротехничком факултету у Београду 19.01.2017. године уз присуство свих чланова комисије. Одбрана је укључила презентацију предмета, циља и значаја предложене теме, уз навођење полазних хипотеза, коришћених научних метода и очекиваних доприноса. Након презентације уследила су питања чланова комисије на које је кандидат успешно одговорио, што је Комисија потврдила оценом „задовољно“.

Списак објављених радова

Током дипломских и постдипломских студија, Филип Пантелић је до сада објавио 19 научних и стручних радова.

I Радови у научним часописима са SCI листе (M21):

Filip Pantelić, Jurij Prezelj, "Hair tension influence on the vibroacoustic properties of the doublebass bow", Jurnal of Acoustical Society of America, Vol 136 (2014);
<http://dx.doi.org/10.1121/1.4896408>

II Радови у научним часописима (M51):

Filip Pantelić, Jurij Prezelj, "Sound generating mechanism of the double bass", TELFOR JOURNAL, 2013, Vol. 5, sveska 2, 140-144,

III Зборници радова међународних конференција (M33):

Filip Pantelić, Charlotte Desvages, Jurij Prezelj, Dragana Šumarac Pavlović, "Influence of bow-bridge distance on strings timbre", 7th AAAA Congress on Sound and Vibration, 22-23. September 2016, Ljubljana, Slovenia, Proceedings on CD (M33)

Miomir Mijić, Dragana Šumarac Pavlović, **Filip Pantelić**, Miloš Bjelić, "Acoustic design challenge in totally flexible configuration of theatre hall – case study", Congress of the Alps Adria Acoustics Association, oktobar 2014. Proceedings on CD (M33)

Dragana Šumarac Pavlović, Srdjan Bojičić, Ivana Ristanović, **Filip Pantelić**, Miodrag Stanojević, "Analysis of energy „Traffic“ in room and its implication on sound insulation and absorption of materials", Congress of the Alps Adria Acoustics Association, oktobar 2014, Proceedings on CD (M33)

Filip Pantelić, Đorđe Grozdić, Miloš Bjelić, Ivana Ristanović, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, "Analysis of sound field at low frequencies - empty vs. furnished room",

FORUM ACUSTICUM, Krakov, septembar 2014, Broj rada: SS04_6, ISSN: 2221-3767 (for CD), ISBN: 987-83-61402-28-2 (for Book of Abstract) (M33) – **rad po pozivu**
Dragana Šumarac Pavlović, **Filip Pantelić**, Bojičić Srđan, Miloš Bjelić, “Airborne sound insulation of monolithic partition as a function of incidence angles”, FORUM ACUSTICUM, Krakov, septembar 2014, Broj rada: SS04_8, ISSN: 2221-3767 (for CD), ISBN: 987-83-61402-28-2 (for Book of Abstract) (M33) – **rad po pozivu**

VI Зборници радова националних конференција (M63):

Filip Pantelić, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, Daniel Ridley-Ellis, “Ispitivanje akustičkih osobina drveta i identifikacija modova skeniranjem uzorka u veoma bliskom polju”, 60. ETRAN, jun 2016, Zlatibor, Srbija, ISBN 978-86-7466-618-0, AK1.3.1-4

Dragan Novković, **Filip Pantelić**, Jovan Bratičević, “Uticaj monitoring signala na vokalnu interpretaciju muzičkog sadržaja”, 60. ETRAN, jun 2016, Zlatibor, Srbija, ISBN 978-86-7466-618-0, AK2.4.1-4

Filip Pantelić, Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, Anja Grumić, "Efektivna apsorpciona moć kao funkcija prostornog položaja apsorbera", Srebrno jezero, 8- 11. juna 2015. godine, ISBN 978-86-80509-71-6

Dragana Šumarac Pavlović, Miloš Bjelić, Miomir Mijić, **Filip Pantelić**, "Uticaj reverberacionih procesa u predajnoj i prijemnoj prostoriji na zvučnu izolaciju", Srebrno jezero, 8- 11. juna 2015. godine, ISBN 978-86-80509-71-6

Dragana Šumarac Pavlović, **Filip Pantelić**, Srđan Bojičić, Miloš Bjelić, “Raspodela uglova incidencije zvučnih talasa u prostorijama različitih proporcija”, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Zbornik radova, AK 3.4, ISBN: 978-86-80509-70-9

Miomir Mijić, **Filip Pantelić**, Đorđe Grozdanović, Miloš Bjelić, Ivana Ristanović, Dragana Šumarac Pavlović, “Raspodela zvučnog polja na niskim frekvencijama u realnim prostorijama”, ETRAN, Vrnjačka banja, jun 2014, Zbornik radova, AK 2.5, ISBN: 978-86-80509-70-9

Dragana Šumarac Pavlović, Miomir Mijić, Draško Mašović, Miloš Bjelić, **Filip Pantelić**, “Analiza impulsnog odziva prenosnog puta između dve prostorije”, ETRAN, Vrnjačka banja, juni 2014, Zbornik radova, AK 2.4, ISBN: 978-86-80509-70-9

Filip Pantelić, Jurij Prezelj, “Uticaj vibracija gudala kontrabasa na percepciju zvuka kod muzičara”, 57. ETRAN, juni 2013, Zlatibor, Zbornik radova, AK1.6-1-4, ISBN 978-86-80509-68-6

Filip Pantelić, Jurij Prezelj, “Mehanizam generisanja tona kod kontrabasa”, TELFOR, novembar 2012, Beograd, Proceeding, 1272-1275, DOI 10.1109/TELFOR.2012.6419448, ISBN 978-1-4673-2983-5

Filip Pantelić, Jelena Čertić, Draško Mašović, “Uticaj položaja gudala na boju tona kod kontrabasa”, 56. ETRAN, Zlatibor, Zbornik radova, AK1.3-1-4 ISBN 978-86-80509-67-9,

Filip Pantelić, Jurij Prezelj, “Vibracije na gudalu kontrabasa”, TAKTONS, novembar 2013, Novi Sad, Zbornik radova, ISBN 978-86-7892-555-9

Miomir Mijić, Dragana Šumarac Pavlović, Anja Grumić, **Filip Pantelić**, Miloš Bjelić, "Helmholtz resonator in the small room", TAKTONS 2015, Novi Sad, Serbia, 18-21. Novembar

Филип Пантелић учествује у европском истраживачком пројекту COST FP1302 “WOOD MUSICK”.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег искуства кандидата у области техничке акустике генерално, а посебно музичке акустике, стеченог кроз:

- полагање испита на докторским студијама, и
- објављивање радова из области предложене теме докторске дисертације на националном и међународном нивоу,

Комисија је констатовала да кандидат Филип Пантелић у потпуности испуњава услове за рад на предложеној теми под насловом "Анализа корелације између механичких и акустичких особина контрабаса".

2. Предмет и циљ истраживања

Процена квалитета једног музичког инструмента веома је комплексан задатак. Квалитет звука инструмента представља субјективну категорију јер се базира на естетским ставовима слушаца. Постоје одређене тонске особине звука за које се већина може сложити да су пожељне карактеристике једног инструмента. Оне не морају бити утемељене у апсолутним физичким истинама, већ могу представљати устаљене друштвено прихваћене вредности или трендове. Иза ових особина увек стоје неке механичке карактеристике инструмента које чине да он ради на одређени начин. Због тога је неопходно да се у процесу израде музичких инструмената њихов квалитет на неки начин објективизира.

За било какву иновацију у дизајну једног инструмента потребан је дугачак временски период, јер се захтева велики број итерација. У музичкој акустици се користи израз „*reverse engineering*“ што подразумева анализу „уназад“. То је процес утврђивања начина да се дизајн постојећег и функционалног, то јест употребљаваног инструмента реконструише да би се у даљој производњи његове особине унапредиле. На пример, многи музичари желе да имају нову *del Gesù* виолину. Због тога се примерци инструмената чувених градитеља из музејских збирки анализирају различитим аналитичким методама. Једна таква метода је, на пример, скенирање применом компјутеризоване томографије. Она омогућава да се без примене инвазивних поступака оствари детаљан увид у „анатомију“ неприступачних делова тела инструмента скривених у његовој унутрашњости. У те сврхе користи се и ласерско скенирање и *structured light* скенери, који омогућавају брже скенирање, али и мобилност опреме, што је често од значаја кад су у питању музејски експонати који се не могу носити у лабораторију.

Резултати скенирања могу се употребити као смернице у процесу производње нових инструмената или се могу искористити за подешавање нумеричких симулација. Додељивањем механичких карактеристика снимљеним геометријама инструмената могуће је креирати FEM (*Finite Element Method*) моделе у одговарајућим софтверским алатима. Данас на тржишту постоји велики број FEM софтверских пакета с којим се могу вршити симулације механичко-акустичких процеса. С њима се могу спроводити разне анализе, измене или креирање сасвим нових геометрија инструмента. Симулирани модели пружају такође могућност за анализу различитих релевантних акустичких параметара.

У инжењерском пројектовању рачунарске симулације су важан алат јер омогућавају тестирање пројектованог модела пре производње прототипа, што у великој мери штеди ресурсе, време и новац. Симулација може дати одговоре на нека питања скраћујући итеративни процес испитивања ефеката промене перформанси инструмента, јер за кратко време могу приказати промену акустичког одзива као последицу промене неког од физичких параметара.

Веома корисна опција у процесу анализе вибро-акустичких особина једног музичког инструмента је визуализација модова осциловања. Вибрације инструмената имају релативно мале амплитуде и кретања су брза, па нису лако видљива голим оком. Чињеница је да се за визуализацију модова осциловања инструмената у музичкој акустици могу користити различите методе, а неке од њих датирају још из осамнаестог века. На пример, Кладнијеве фигуре добијене на вибрирајућим површинама груписањем праха на местима где се налазе

чворови трансверзалних таласа, представљају метод који и данас користе неки градитељи у процесу израде инструмената.

Иако поменуте оптичке методе за визуализацију модова осциловања тела инструмента технолошки нису недоступне, овакви мерни системи нису нешто што је у градитељској пракси лако доступно и што се може наћи у радионицама за израду инструмената. У том смислу FEM моделовање применом одговарајућих софтверских алата представља савремену опцију за визуелизацију која није захтевна у погледу хардверских ресурса.

Овај рад ће бити оријентисан на развој, тестирање, анализу и употребу нових метода за испитивање и карактеризацију функционисања гудачких инструмената и узорака дрвета као материјала за њихову израду. Решења којим ће се бавити овај рад треба да карактерише једноставност, доступност и економичност, и биће заснована на примени елементарних сензора и рачунара. Експерименти, моделовање и анализе биће реализовани на примеру контрабаса као гудачког инструмента. Контрабас је довољно великих димензија и амплитуде осциловања његовог тела највеће су међу свим гудачким музичким инструментима. Истовремено, контрабас је најмање обрађиван инструмент у литератури, па постоји значајан простор за доприносе рада. Најзад, овакав избор инструмента за анализу заснива се и на чињеници да су акустичке перформансе контрабаса добро познате кандидату захваљујући вишегодишњем личном искуству у музицирању.

Циљ тезе је утврђивање природе виброакустичких процеса при генерисања тона и анализа могућности измене дизајна класичног контрабаса у циљу промене његових акустичких особина. У тези ће акценат бити стављен на испитивање акустичких особина инструмента и материјала од којих се израђује користећи методе снимања у веома блиском пољу (VNF) и нумеричку симулацију (FEM).

Релевантни библиографски извори за предложено истраживање:

- [1] N.H. Fletcher, T.D. Rossing "The Physics of Musical Instruments", Springer-Verlag, New York, 1998.
- [2] J.Meyer, "Acoustics and the Performance of Music", Springer, 2009.
- [3] Helmholtz, H. L. F., "On the sensations of tone", Longmans, Green and co., London, 1895.
- [4] Raman, C. V., "On the mechanical theory of the vibrations of bowed strings and of musical instruments of the violin family, with experimental verification of the results – part I", Bull. Indian Assoc. Cultiv. Sci. 15 1-158, 1918.
- [5] J. Woodhouse, P. M. Galluzzo, "The Bowed String As We Know It Today", Acta Acustica United With Acustica, Vol. 90 (2004) 579 – 589
- [6] V. Bucur, "Acoustics of Wood" Springer, 2006.
- [7] ASTM E1876, Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration
- [8] D.B.Keele, "Frequency Loudspeaker Assessment by Nearfield Sound Pressure Measurement", 45th Convention of the Audio Engineering Society, Los Angeles, 1973.
- [9] S.Bilbao, "Numerical Sound Synthesis - Finite Difference Schemes and Simulation in Musical Acoustics", Wiley, 2009.
- [10] C. Desvages and S. Bilbao, "Two-polarisation physical model of bowed strings with nonlinear contact and friction forces, and application to gesture-based sound synthesis", Appl. Sci., vol. 6, no. 5, p. 135, 2016.

3. Полазне хипотезе

У овој докторској дисертацији предлажу се следеће основне хипотезе:

- Снимање у веома блиском пољу (*Very Near Field*) могуће је користити као методу за испитивање музичких инструмената и карактеризацију дрвета као материјала за њихову израду.

Идентификација и визуализација модела осциловања у музичкој акустици веома је битна за разумевање механизма генерисања звука и један је од главних поступака у акустичкој анализи инструмената. У литератури о томе сведоче разне методе коришћене у те сврхе. Вибрације настале током интеракције гудала и жице преносе се преко кобилице инструмента на резонаторску кутију која зрачи звук у простор. Вибрације се такође преносе и на гудало које вибрира у процесу свирања. Иако гудало због своје мале површине зрачи занемарљиву количину звучне енергије у ваздух, вибрације које се могу забележити на њему сведоче о његовим виброакустичким особинама. Оне утичу на интеракцију гудала са жицама и на руку музичара, а тиме посредно и на звук инструмента. У хипотези се претпоставља да се микрофонско скенирање у веома блиском пољу може користити за идентификацију и визуализацију модела осциловања. Потенцијална предност ове методе може бити у једноставности реализације и ниској цени потребног хардвера. У литератури нема података о примени микрофонског скенирања у веома блиском пољу за анализу рада музичких инструмената. За процес израде сваког гудачког инструмента од великог је значаја испитивање механичких особина дрвета као материјала који се користи. Претпоставља се да ова метода може бити примењена и за испитивање карактеристика узорака дрвета пре почетка израде инструмента.

- Постоји могућност предикције домета акустичких интервенција на телу контрабаса и њиховог утицаја на одзив инструмента коришћењем нумеричке симулације.

Звучни опсег контрабаса почиње од 41,2 Hz за класичан оркестарски инструмент, а може се подесити у случајевима посебних шtimoва и 10 Hz ниже од те вредности. У кључном фреквенцијском опсегу од 40 Hz до 150 Hz инструмент има само две резонанце. То су резонанца предње плоче, која се уобичајено налази на фреквенцији око 100 Hz и Хелмхолцова резонанца на око 60 Hz, која је дефинисана величином f-отвора на предњој плочи и запремином ваздуха у резонаторској кутији инструмента. Подешавање ове две резонанце је пресудно за звук контрабаса. На његов одзив у наведеном опсегу фреквенција утиче и бас-греда која је конструктивно део сваког инструмента из фамилије гудача. Она својом масом и крутошћу утиче на виброакустичке особине предње плоче. У хипотези се претпоставља да се нумеричком симулацијом може предвидети промена одзива инструмента на ниским фреквенцијама мењањем механичких особина бас-греде и интервенцијама у зони f-отвора.

- Продужено излагање тела инструмента вибрацијама које се јављају при процесу његове вишегодишње употребе нема приметног утицаја на виброакустичке карактеристике дрвета.

Познато је да стари инструменти имају велику тржишну вредност, што нарочито важи за виолине. Ма колико добри били, новији примерци не могу се тако високо котирали на тржишту. Ако се занемари историјска позадина и посматрају само звучне карактеристике инструмента, једно од објашњења које се уобичајено наводи је да се инструмент временом „расвирава“ и да дрво услед дуготрајног излагања вибрацијама одређеног спектра мења своје виброакустичке особине. Опсежни субјективни „слепи“ тестови рађеним последњих година и чији су резултати приказани у литератури показују да слушаоци не даје предност старим инструментима када су свирани иза паравана, то јест без визуелног контакта слушаоца са инструментом. То даје основ за експерименталну проверу тврдњи о променама виброакустичких особина дуготрајним свирањем. У хипотези се претпоставља да продужено излагање вибрацијама не утиче на виброакустичке особине дрвета и то ће бити објективно проверено.

- Квалитативне разлике појединих гудала, које су тешко приметне у анализама произведеног звука, могу се уочити у сигнаlima вибрација сниманим на њима помоћу акцелерометра током свирања на инструменту.

Посматрајући спектре тона контрабаса генерисаног разним моделима гудала не могу се пронаћи параметри који би указивали на различитост предмета побуде, иако музичари препознају разлике у њиховом квалитету. То може бити последица чињенице да музичари прилагођавају начин свирања конкретним карактеристикама гудала и инструмента,

постављајући себи за циљ звук одређених тонских карактеристика. У том смислу, бољим гудалом се само лакше долази до жељеног резултата. У хипотези се уводи претпоставка да вибрације које се јављају на гудалу при процесу генерисања тона могу бити узрок препознатих квалитативних разлика између различитих гудала.

- Постоји утицај удаљености места побуде жице гудалом на боју звука при константној брзини кретања гудала и константној вертикалној сили којом оно делује на жицу.

У техници свирања гудачких инструмената позната је чињеница да музичари контролом удаљености гудала од кобилице контролишу боју звука инструмента. Да би се произвео квалитетан тон различите позиције захтевају различиту врсту побуде, па се може рећи да је брзина превлачења гудала преко жице диктирана позицијом гудала, параметар од кога зависи тон инструмента. Ипак, позиција гудала диктира удаљеност побуде од крајњих тачака жице где се дефинишу гранични услови њеног таласног кретања. У хипотези се претпоставља да у одређеним сегментима жице, пре свега оним на којима је могуће остварити константну вертикалну силу и брзину гудала, тон инструмента зависи директно од позиције побуде.

4. Методе истраживања

Неколико различитих научних метода биће примењено у овом раду како би се провериле постављене хипотезе и остварили истраживачки циљеви. То су:

- Експериментална анализа рада гудачког инструмента методом мерења вибрација дрвета помоћу акцелерометра на површини његовог тела, његовом гудалу и узорцима дрвета од којег се ти инструменти израђују;
- Експериментална анализа методом мерења звучног притиска у веома блиском пољу примењена на вибрације тела гудачког инструмента, тела гудала и на различите узорке дрвета које се користи за њихову израду,
- Експериментална анализа мерењем импулсног одзива резонаторске кутије гудачког инструмента и импулсног одзива различитих узорака дрвета од којих се израђују инструменти
- Нумеричка симулација методом коначних елемената примењена на резонаторске кутије гудачких инструмената и на различите узорке дрвета;
- Нумеричка симулација интеракције жице и гудала методом коначних разлика.

5. Очекивани научни допринос

Развијањем једноставне процедуре за модалну анализу која омогућава праћење промена у реалном времену, као и неких мерних поступака, отварају се бројне могућности за примену аналитичких поступка у музичкој акустици. У складу са тим, очекивани су следећи научни доприноси докторске дисертације:

1. Формирање нове методе за анализу рада контрабаса методом мерења звучног притиска у веома блиском пољу.

Метода мерења звучног притиска у врло блиском пољу вибрирајуће површине коришћена је у неким областима, али никада раније за анализу музичких инструмената. Оваква метода би омогућила да се са релативно једноставном хардверском опремом добија слика вибрационог понашања тела инструмента за чије је добијање до сада захтевана комплексна и скупа опрема.

2. Добивање више сазнања о вибрационом понашању гудала и његовом утицају на звук инструмента.

Гудало је до сада у истраживачком смислу било релативно занемарено, посебно гудало контрабаса. Резултат рада треба да буде јаснија слика утицаја гудала на звук инструмента, али и на понашање музичара при свирању.

3. Физичка интерпретација места додира гудала и жице на квалитет звука инструмента.

Утицај места положаја гудала на звук контрабаса је познат музичарима, али до сада без физичког објашњења промена које се при томе јављају. У раду ће методом симулација и мерењем на реалном инструменту бити квантификоване промене настале померањем места додира гудала дуж жице.

4. Стварање могућности за контролисану промену акустичких особина контрабаса и побољшавање квалитета инструмента подешавањем одзива у спектралној области у којој се налазе модови од значаја за његов звук.

Моделовањем методом коначних елемената могуће је анализирати промене на резонаторској кутији контрабаса при различитим променама њених физичких карактеристика. У раду ће бити показане могуће промене у физичкој структури инструмента и последице које то има на квалитет његовог звука.

5. Доказивање утицаја промена физичких карактеристика дрвета (влажност, старење) на вибрациона својства дрвета од кога се израђују инструменти.

Рад треба да покаже у којој мери старост дрвета, а то значи дужина периода његове изложености вибрацијама, и степен влажности утичу на вибрациона својства значајна за генерисање звука инструмента.

6. План истраживања и структура рада

Предложено истраживање обухватаће следеће активности:

- снимање и анализу звука контрабаса при процесу генерисања тона гудалом за различите удаљености гудала од кобилице;
- нумеричку симулацију методом коначних разлика процеса генерисања тона гудалом за различите удаљености гудала од кобилице;
- снимање и анализу импулсног одзива резонаторске кутије контрабаса;
- нумеричку симулацију резонаторске кутије контрабаса методом коначних елемената и анализу резултата;
- испитивање утицаја промене физичких особина резонаторске кутије контрабаса на њен фреквенцијски одзив помоћу нумеричке симулације методом коначних елемената;
- снимање и анализу звука контрабаса при генерисању тона различитим гудалима;
- снимање и анализу вибрација на телу гудала при генерисању тона различитим гудалима;
- симулацију методом коначних елемената осциловања узорака дрвета од којег се израђују гудачки инструменти;
- снимање и анализу вибрација на резонаторској кутији при процесу генерисања тона гудалом;
- снимање модова осциловања различитих гудала методом микрофона у веома блиском пољу и анализу резултата;
- снимање и анализу модова осциловања гудала при различитој затегнутости струна применом методе микрофона у веома блиском пољу;
- снимање модова осциловања узорка дрвета методом микрофона у веома блиском пољу и анализу резултата;

- снимање и анализу импулсног одзива узорака дрвета од којих се израђују гудачки инструменти;
- анализу промене карактеристика узорака дрвета услед промене климатских услова и при подвргавању узорка константним вибрацијама применом методе снимања у блиском пољу.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног Комисија је закључила да кандидат Филип Пантелић испуњава све формалне и суштинске услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној тему "Анализа корелације између механичких и акустичких особина контрабаса".

Предложена тема се бави развојем, тестирањем, анализом и употребом нових метода за испитивање и карактеризацију функционисања гудачких инструмената на примеру контрабаса и узорака дрвета као материјала за њихову израду. Предлаже се истраживање природе виброакустичких процеса при генерисању тона и анализа могућности измене дизајна класичног контрабаса у циљу промене његових акустичких особина. Акценат ће бити стављен на испитивању акустичких особина инструмента и материјала од којих се израђује користећи методе снимања у веома блиском пољу (*Very Near Field* – VNF) и нумеричку симулацију (*Finite Element Method* – FEM). С њима се могу вршити разне анализе, измене или креирање сасвим нових геометрија инструмента. Допринос који ово истраживање треба да пружи иде у правцу могућности за контролисану промену акустичких особина контрабаса и побољшавање квалитета инструмента подешавањем одзива у спектралној области у којој се налазе модови од значаја за његов звук.

Предложена тема је научно актуелна и значајна у области музичке акустике и конструкције нових форми музичких инструмената.

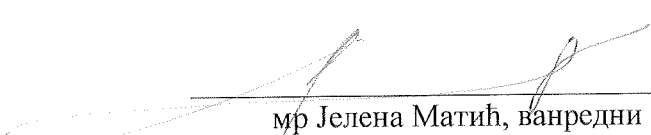
Тема припада ужој научној области Техничке акустике. За ментора докторске дисертације предлаже се др Миомир Мијић, редовни професор Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

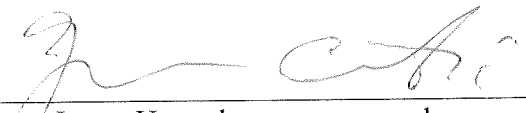
Београд, 20.01.2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


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


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


мр Јелена Матић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Шумарски факултет


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