

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У
КРАГУЈЕВЦУ

бр. 01-1/2629

18.07.2019 год.

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу одржаној 20.06.2019. год. (број одлуке: 01-1/2139-4) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 10.07.2019. год. (број одлуке: IV-04-579/16) одређени смо за чланове Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације: **„Развој модела за оцену осцилаторне удобности возила“** у научној области **Моторна возила**, кандидата **Славице Мачужић, маг. инж. маш.** На основу података, којима располажемо и компетенција чланова Комисије у области предложене теме докторске дисертације достављамо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

У предложеном нацрту докторске дисертације, кандидат је образложила предмет истраживања, наводећи актуелност и значај истраживања у области осцилаторне удобности возила.

Тело возача је сложен и нелинеаран динамички систем. Одзив тела возача на вибрације може се одредити на основу познавања интеракције између тела возача и контактних површина које осцилују. Дуготрајно излагање вибрацијама на возача и путника утиче различито, почев од обичних сметњи, па до смањења радног учинка и нарушавања здравља, те се истраживањима у овој области придаје велики значај у свету. Поред субјективних метода оцене примењују се и различите објективне методе. Једна од објективних метода је одређивање динамичког одзива тела човека изложеног вибрацијама. Мере динамичког одзива тела човека, односно возача, изложеног вибрацијама представљају се функцијама фреквентног одзива (механичка импеданса, привидна маса и функција преноса седиште - глава). Функција преноса седиште - глава у систему седиште - возач је одређена односом убрзања главе и убрзања седишта. За разлику од других функција преноса, функција преноса седиште - глава даје увид у меру пренетих вибрација кроз тело возача, те је као таква изабрана као референтна за формирање модела за оцену осцилаторне удобности возила.

Утицај вибрација на тело возача се истражује у различитим експлоатационим и лабораторијским условима. Предност лабораторијских услова је у томе што се могу обезбедити стабилни параметри микро окружења и поновљивост експеримента. Вишедеценијска истраживања у овој области су рађена и у области моделских анализа утицаја вибрација на возача у различитим експлоатационим условима и формиран су одређени модели. Развој и верификација модела за

оцену осцилаторне удобности возила је условљена резултатима како лабораторијских, тако и експлоатационих испитивања. Стога, резултати који ће бити добијени током лабораторијских истраживања биће коришћени за формирање, тестирање и верификацију модела за оцену осцилаторне удобности возила и упоређени са литературним експлоатационим истраживањима.

Веза са досадашњим истраживањима

Вишедеценијска истраживања у области осцилаторне удобности возила реализована су у више праваца и применом различитих метода. Истраживања су рађена у различитим експлоатационим и лабораторијским условима који су обухватили: једноосне и вишеосне, хармонијске, импулсне и случајне, транслаторне и угаоне побуде, субјективне и објективне методе, различите методе анализе и обраде резултата. На основу експерименталних истраживања формиран је значајан број биодинамичких модела како континуалних тако и модела са концентрисаним масама. Примена различитих функција фреквентног одзива има за циљ да се формира објективан параметар којим би се могао имати увид у одзив тела на вибрације. Испитиване су различите спреге које постоје у систему човек седиште: праваца побуде, побуде и резонанци. На основу прегледа литературе уочава се да је било покушаја да се формирају модели на бази привидне масе и динамичке импедансе, али и модела који примењују различите методе машинског учења у циљу формирања и верификације модела. Преносна функција седиште – глава која ће бити предмет истраживања, коришћена је у бројним и експерименталним и моделским истраживањима. Општи модел за оцену осцилаторне удобности заснован на функцији преноса и формиран применом метода машинског учења не постоји у литератури.

Увидом у објављене радове, у научним и стручним часописима, као и радове изложене на међународним конференцијама, може се закључити да кандидат Славица Мачужић, маг. инж. маш., има искуство у области истраживања осцилаторне удобности возила.

Учешће на националном пројекту који обухвата истраживања из области осцилаторне удобности возила је добра основа за реализацију ове дисертације.

Рад у оквиру ове дисертације омогућиће кандидату да оствари континуитет у свом истраживачком раду, што поред стручног усавршавања кандидата има за циљ и могућност примене при пројектовању система значајних за осцилаторну удобност возила.

Кандидат је предложила програм истраживања у наведеној области, који је у складу са савременим научним методама истраживања. Рад на изради докторске дисертације биће заснован на примени теоријских, експерименталних, статистичких и нумеричких метода.

Имајући у виду приказ проблема истраживања, полазне хипотезе и предложене научне методе истраживања, приказани нацрт докторске дисертације садржи све елементе који су потребни, да би се у изради докторске дисертације дао научни допринос, значајан за даљи развој научних истраживања у области истраживања и унапређења осцилаторне удобности возила.

2. Образложење предмета, метода и циља, који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

При пројектовању возила потребно је добро познавање преношења вибрација на тело возача како би, са аспекта остварења осцилаторне удобности и заштите здравља возача возило било конкурентно на тржишту. Дуготрајно излагање тела возача вибрацијама може довести до штетних ефеката на мишићно-коштаном систему, чак и до развоја патолошких промена на кичменом стубу. Како би се спречили нежељени ефекти излагања вибрацијама важно их је у потпуности детерминисати преко: амплитудно-фреквентних карактеристика, правца и смера деловања, као и времена излагања вибрацијама. Реакција тела возача на излагање вибрацијама истраживаће се преко функције преноса седиште-глава као објективног параметра за оцену удобност у испитиваном окружењу. Функција преноса седиште-глава се користи за формирање одговарајућег модела.

Предмет рада ове докторске дисертације је формирање модела за оцену осцилаторне удобности моторних возила коришћењем метода машинског учења.

Циљ је да се објасни понашање и пратеће појаве у телу возача изложеног вибрацијама у систему седиште - возач и да се систем седиште - возач замени одговарајућим моделом за оцену осцилаторне удобности. На основу тога, могуће је предвидети понашање возача и нивое вибрационих оптерећења. Модел за оцену осцилаторне удобности биће формиран на основу резултата добијених лабораторијским истраживањима одзива тела возача на случајне једноосне и вишеосне вибрације.

На основу обрађених експерименталних резултата, методама статистичке анализе биће утврђени утицајни параметри, као и њихови рангови.

Циљ ове дисертације је формирање модела за оцену осцилаторне удобности оптималном методом машинског учења, као и његова верификација на основу резултата лабораторијских испитивања. Ово ће уједно и представљати иновативни приступ проучавања утицаја вибрација на тело возача што ће дати посебан значај овом научном истраживању.

На основу постављеног циља истраживања и резултата других аутора у подручју истраживања, основне хипотезе се састоје од следећих претпоставки:

- Нема модела на бази метода машинског учења заснованог на функцији преноса седиште-глава.
- Нелинеарност система седиште - возач условљена је условима седења;
- Постоји спрега једноосних и вишеосних вибрација система седиште - возач;
- Функција преноса седиште - глава система седиште - возач даје реалан приказ мере пренетих вибрација кроз тело возача;
- Функција преноса седиште - глава система седиште - возач је објективан параметар за формирање модела за оцену осцилаторне удобности.

Методе истраживања

За реализацију докторске дисертације кандидат ће користити експерименталне, статистичке и нумеричке методе.

Експериментална лабораторијска истраживања биће реализована у Лабораторији за моторна возила Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. На електро-хидрауличком пулзатору НР-2007 дограђена је платформа и седиште који ће се користити за испитивање одзива тела возача на вишеосне случајне вибрације. Систем за аквизицију и обраду података мерења 01dB-Metravib NetdB PRO-132, као и програмски пакет dBFA Suite користиће се у лабораторијским истраживањима.

Применом статистичких метода биће анализирани добијени резултати.

Нумеричким методама биће развијена функција преноса на основу које ће се развити модел за оцену осцилаторне удобности возила применом метода машинског учења помоћу добијених експерименталних резултата. Развијена функција преноса седиште-глава биће уграђена у модел тако да у потпуности за различите антропометријске мере возача, врсте побуде и услове седења, предвиди ниво удобности.

Оквирни садржај докторске дисертације

Планирано је да докторска дисертација буде реализована кроз осам поглавља:

1. Увод
 2. Утицај вибрација на возача
 3. Индикатори за оцену пренетих вибрација на возача
 4. Експериментална истраживања одзива тела возача на вибрације
 5. Истраживање спрега система седиште - возач
 6. Модел за оцену осцилаторне удобности возила
 7. Закључна разматрања
 8. Литература
- 3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема**

На основу прегледа досадашњих истраживања и представљеног концепта рада, може се закључити да постоји потреба за развојем модела за оцену осцилаторне удобности применом метода машинског учења. Модел ће имати првенствену примену у фази развоја новог или реконструкције постојећих модела возила како би се избегла дуготрајна и обимна испитивања субјективних оцена удобности возила. Како ће модел бити развијен и верификован на бази испитивања у лабораторијским условима, моћи ће да се користи за оцену осцилаторне удобности различитих врста возила и радних машина. Имајући у виду да модел

формиран методама машинског учења није развијен, предложена докторска дисертација даће научни допринос истраживањима у овој области.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу, оригинална идеја.

4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

Кандидат Славица Мачужић, маг. инж. маш. ће у својој докторској дисертацији обухватити све елементе савременог научно-истраживачког рада, поштујући основне критеријуме науке, научних циљева и метода анализе, спровођењем постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања.

У достављеној пријави теме, кандидат се служио одговарајућом терминологијом из области, која је предмет рада. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, предложеним хипотезама и методама истраживања. Кандидат је показао изразиту способност за селекцију и анализу литературних извора.

С обзиром на то да су циљеви истраживања проистекли из недовољне истражености проблема и не постојања одговарајућих модела добијени резултати представљали би оригиналан научни допринос области осцилаторне удобности возила.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

а. Лични подаци

Славица Мачужић, маг. инж. маш. је рођена 08.01.1989. године у Рашки, Република Србија. Основну школу "Јосиф Панчић", у Баљевцу, завршила је 2004. године. Након завршетка основне школе уписала је „Техничку школу за машинство и саобраћај“ (сада „Политехничка школа“), коју је завршила 2008. године.

Основне академске студије на Машинском факултету (сада Факултет инжењерских наука) у Крагујевцу уписала је 2008. године, а завршила 2011. године, на модулу Друмски саобраћај са просечном оценом у току студија 8,37 (осам и 37 /100). Завршни рад под називом „Транспорт опасних материја класе 2 (гасова) друмским возилима“, одбранила је са оценом 10 (десет). Након завршетка основних академских студија, 2011. године уписала је мастер академске студије на студијском програму Машинско инжењерство, модул Друмски саобраћај на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, и завршила их је 2013. године са просечном оценом 9,63 (девет и 63/100). Мастер рад под називом "Анализа утицаја конструкције и техничког стања кочног система на безбедност саобраћаја" одбранила је оценом 10 (десет).

Након завршених мастер академских студија уписала је докторске академске студије, школске 2013. године, на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу,

Положила је све испите предвиђене планом и програмом студијског програма докторских студија, са просечном оценом 9,67 (девет и 67/100).

Од 24. 03. 2015. године до 23.01.2019. године радила је на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу у звању истраживач-сарадник на пројекту „Истраживање безбедности возила као дела кибернетског система: возач – возило - окружење“ (евиденциони број пројекта код ресорног Министарства: TP35041). Од 24.01.2019. године ради у звању асистент на истом факултету. Изводи аудиторне и лабораторијске вежбе из следећих предмета: Погонски и мобилни системи, Механика флуида, Моторна возила 1, Методе вештачења саобраћајних незгода, Механика саобраћајне незгоде, Ергономија моторних возила, Возила повећане проходности и Моторна возила и њихов развој.

Кандидат Славица Мачужић учествује у реализацији научноистраживачког пројекта из области технолошког развоја под насловом: „Истраживање безбедности возила као дела кибернетског система: возач – возило - окружење“ (евиденциони број пројекта код ресорног Министарства: TP 35041).

Од 2014. године до 2018. године излагала је радове на Међународним конференцијама одржаним у Крагујевцу, Новом Саду и Румунији.

б. Научно-истраживачки рад

Као аутор или коаутор до сада је објавила **20** радова у научно-стручним часописима као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима.

Списак објављених радова:

M23 Рад у међународном часопису

1. **Slavica Mačuzić**, Jovanka Lukić, Dragan Ružić, Three-Dimensional Simulation of the McPherson Suspension System, Technical Gazette, Vol.25, No.5, pp. 1286-1290, ISSN 1848-6339, 2018.

M33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Jovanka Lukić, **Slavica Mačuzić**, Jasna Glišović, Dragan Taranović, HUMAN BODY TRANSMISSIBILITY RESPONSE TO VERTICAL WHOLE BODY VIBRATION: ANTHROPOMETRICS EFFECTS– CASE STUDY SERBIA, International Congress Motor Vehicles & Motors 2014, Kragujevac, 2014, 09-10. October, pp. 539-546, ISBN 978-86-6335-010-6.
2. Jasna Glišović, Jovanka Lukić, Danijela Miloradović, **Slavica Mačuzić**, TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF BRAKE SYSTEMS OF THE AGRICULTURAL TRACTORS AND TRAILERS, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banja Luka, 2015, 29-30. May, pp. 621-626, ISBN 978-99938-39-53-8.
3. Jasna Glišović, Jovanka Lukić, Danijela Miloradović, **Slavica Mačuzić**, METHOD OF DISK BRAKE NOISE ASSESSMENT, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banja Luka, 2015, 29-30. May, pp. 627-638, ISBN 978-99938-39-53-8.

4. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, NUMERICAL ANALYSIS OF MOTORCYCLE SUSPENSION SYSTEM, The 9th International Symposium KOD 2016, Balatonfüred, Hungary, 9–12. June, ISBN 978-86-7892-821-5.
5. **Slavica Mačužić**, Danijela Miloradović, Jasna Glišović, Jovanka Lukić, FEM MODELLING OF MCPHERSON SUSPENSION SYSTEM, International Congress Motor Vehicles & Motors 2016, Kragujevac, 2016, 06-07. October, pp. 195-199, ISBN 978-86-6335-037-3.
6. Igor Saveljic, **Slavica Mačužić**, Nenad Filipović, NUMERICAL ANALYSIS OF THE CHILD LUMBAR SPINE MOVEMENTS IN THE MOTOR VEHICLE CRASH, International Congress Motor Vehicles & Motors 2016, Kragujevac, 2016, 06-07. October, ISBN 978-86-6335-037-3.
7. Igor Saveljić, **Slavica Mačužić**, Nenad Filipović, NUMERICAL ANALYSIS OF BRAKE DISC WITH DIFFERENT ANGLES OF BLADE INCLINATION, International Congress Motor Vehicles & Motors 2016, Kragujevac, 2016, 06-07. October, ISBN 978-86-6335-037-3.
8. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, NUMERICAL ANALYSIS OF HUMAN SPINE DURING DIFFERENT LEVELS OF VIBRATION, 13th International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering, Banja Luka, 2017, 26-27. May, pp. 689-696, ISBN 978-99938-39-72-9.
9. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, ERGONOMICS ANALYSIS OF AUTOMOBILE SEAT COMFORT, 16th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, Jahorina, 2017, 22-24. March, pp. 412-415, ISBN 978-99976-710-0-4.
10. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, Jasna Glišović, DETERMINATION OF THE FOOT PEDAL FORCE BY APPLICATION OF DIGITAL HUMAN MODEL, 6th International Conference Transport & Logistics, Niš, 2017, 25-26. May, pp. 137-140, ISBN 978-86-6055-088-2.
11. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, Jasna Glišović and Danijela Miloradović, PEDAL FORCE DETERMINATION RESPECT TO RIDE COMFORT, CAR 2017, International Congress of Automotive and Transport Engineering– Mobility Engineering and Environment, Pitesti, Romania, 2017, 8-10. November, pp. 012010, ISSN: 1757-8981.
12. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, ASSESSMENT OF THE HUMAN BODY DISCOMFORT IN THE VEHICLE, 9th International Automotive Technologies Congress, OTEKON 2018, Bursa, Turkey, 07-08. May, pp. 210-218, ISBN: 978-605-68414-2-2.

M34 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. Jasna Glišović, Jovanka Lukić, Danijela Miloradović, **Slavica Mačužić**, TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF BRAKE SYSTEMS OF THE AGRICULTURAL TRACTORS AND TRAILERS, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology-DEMI 2015, Banja Luka, 2015, 29-30. May, pp. 98-98, ISBN 978-99938-39-52-1.
2. Jovanka Lukić, Jasna Glišović, Danijela Miloradović, **Slavica Mačužić**, METHOD OF DISK BRAKE NOISE ASSESSMENT, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology-DEMI 2015, Banja Luka, 2015, 29-30. May, pp. 100-100, ISBN 978-99938-39-52-1.

M52 Рад у часопису националног значаја

1. Jasna Glišović, **Slavica Mačužić**, Vanja Šušteršič, Dobrivoje Ćatić, Development of brake systems of the tractors and trailers in compliance with the latest legal requirements in the world and in Serbia, Трактори и погонске машине, Vol.19, No.2, pp. 7-17, ISSN 0354-9496, 2014.
2. **Slavica Mačužić**, Igor Saveljić, Jovanka Lukić, Jasna Glišović, Nenad Filipović, Thermal analysis of solid and vented disc brake during the braking process, Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics, Vol.9, No.1, pp. 19-26, ISSN 1820-6530, 2015.
3. **Slavica Mačužić**, Jasna Glišović, Jovanka Lukić, Danijela Miloradović, Structural and thermal analysis of multi-plate disc brakes of agricultural tractors, Трактори и погонске машине, Vol.20, No.1, pp. 1-7, ISSN 0354-9496, 2015.
4. Igor Saveljić, **Slavica Mačužić**, Nenad Filipović, Numerical analysis of the child lumbar spine movements in the motor vehicle crash, Mobility & Vehicle Mechanics, Vol.43, No.1, pp. 19-25, ISSN 1450-5304, 2017.
5. **Slavica Mačužić**, Jovanka Lukić, Numerical analysis of motorcycle suspension system, Machine Design, Vol.9, No.1, pp. 15-18, ISSN 1821-1259, 2017.

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Славица Мачужић, маг. инж. маш. испунила је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост. Предложена методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима. Очекивани резултати докторске дисертације би требали да представљају оригинал научни допринос у развоју модела за оцену осцилаторне удобности возила.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведену предложену тему за докторску дисертацију:

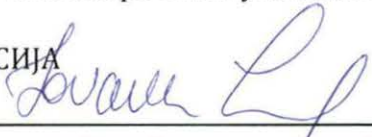
„ Развој модела за оцену осцилаторне удобности возила ”

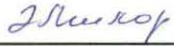
прихвати и одобри њену израду кандидату **Славици Мачужић, мастер инжењеру машинства.**

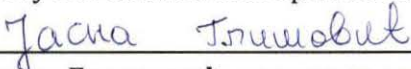
Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Јованка Лукић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

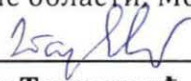
У Крагујевцу,
15.07.2019. год.

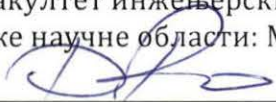
КОМИСИЈА


Др **Јованка Лукић**, редовни професор – Председник Комисије
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Моторна возила, Друмски саобраћај.


Др **Данијела Милорадовић**, ванредни професор – члан
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научна област: Моторна возила.


Др **Јасна Глишовић**, ванредни професор – члан
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Моторна возила и мотори.


Др **Драган Тарановић**, ванредни професор – члан
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Моторна возила и мотори.


Др **Драган Ружић**, ванредни професор – члан
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Уже научне области: Моторна возила и мотори СУС.