

Факултет МАШИНСКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

264/2

(Број захтева)

23.04.2026.

(Датум)

Већу научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовану комисије за одбрану**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ УРОШ (Љубиша) ИЛИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму МАШИНСКО ИНЖЕЊЕРСТВО

пријавио је докторску дисертацију под називом:

НАПРЕДНО МОДЕЛИРАЊЕ ВИБРАЦИОНИХ ТРАНСПОРТЕРА ПРИМЕНОМ РОДРИГОВОГ ПРИСТУПА

из научне области: Машинство

Универзитет је дана 17.02.2025. својим актом под бр. 61206-/2-24

дао сагласност на предлог теме докторске дисертације

која је гласила:

НАПРЕДНО МОДЕЛИРАЊЕ ВИБРАЦИОНИХ ТРАНСПОРТЕРА ПРИМЕНОМ РОДРИГОВОГ ПРИСТУПАИме и презиме ментора др Михаило Лазаревић, ред. проф. и др Емил Вег, ред. проф.Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној од 11.12.2025.одлуком факултета под бр. 1833/2, у саставу:

| | Име и презиме члана комисије | звање | научна област | Установа у којој је запослен |
|----|------------------------------|-------------------|---|---|
| 1. | др Александар Обрадовић | ред. проф. | Механика | Машински факултет БУ |
| 2. | др Михаило Лазаревић | ред. проф. | Механика | Машински факултет БУ |
| 3. | др Емил Вег | ред. проф. | Теорија механизма и машина, Инжењерско цртање са нацртном геометријом | Машински факултет БУ |
| 4. | др Александар Томовић | ванредни професор | Механика | Машински факултет БУ |
| 5. | др Жељко Деспотовић | научни саветник | Енергетика | Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин |

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 25.02.2026.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана 23.04.2026.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној 11.12.2025.

одлуком факултета под бр. 1833/2

, у саставу:

| | Име и презиме члана комисије | звање | научна област | Установа у којој је запослен |
|----|------------------------------|-------------------|---|---|
| 1. | др Александар Обрадовић | ред. проф. | Механика | Машински факултет БУ |
| 2. | др Михаило Лазаревић | ред. проф. | Механика | Машински факултет БУ |
| 3. | др Емил Вег | ред. проф. | Теорија механизма и машина, Инжењерско цртање са нацртном геометријом | Машински факултет БУ |
| 4. | др Александар Томовић | ванредни професор | Механика | Машински факултет БУ |
| 5. | др Жељко Деспотовић | научни саветник | Енергетика | Универзитет у Београду - Институт Михајло Пупин |

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Владимир Поповић

- Прилози:
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовану Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 264/2
Датум: 23.04.2026. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017, 73/2018, 27/2018 – др. закон 67/2019,6/2020 – др. закони,11/2021 – аутентично тумачење, 67/2021, 67/2021– др. закон, 76/2023 и 19/2025), члана 64. Статута Универзитета у Београду – Машинског факултета – пречишћен текст, арх. бр. 667/4 од 31.03.2026. године., чланова 46. и 47. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду - Машинском факултету – пречишћен текст, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 23.04.2026. године, донело је:

О Д Л У К У

Усваја се Извештај о урађеној докторској дисертацији Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **„НАПРЕДНО МОДЕЛИРАЊЕ ВИБРАЦИОНИХ ТРАНСПОРТЕРА ПРИМЕНОМ РОДРИГОВОГ ПРИСТУПА“** студента **УРОША ИЛИЋА**, маг. инж. маш.

У року од 30 дана од дана стављања докторске дисертације на увид јавности није било примедби на Извештај и докторску дисертацију.

Докторску дисертацију и Извештај о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206/2-24 од 17.02.2025. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

Радови објављени у истакнутом међународном часопису (M22)

[1] **Илић, У.**, Lazarević, M., Veg, E., Despotović Ž., Gubeljak N., (2026) *Dynamics of a Rigid Body During a Slipping Motion on a Vibratory Conveyor* in Tehnicki vjesnik/Technical Gazette Vol. 33/No. 3 <https://doi.org/10.17559/TV-20250603002721>, online first <https://drive.google.com/file/d/168BfkWZAEe-nxkvis4OjvQs4R5I3091/view>

[2] **Илић, У.**, Despotović, Ž., Lazarević, M., Veg, E., (2026) *Electromechanical Energy Conversion inside an Electromagnetic Vibratory Actuator: Modeling, Simulation, and Validation* in FME Transactions Vol. 54, No 1, pp.23-38, doi: 10.5937/fme26010231 https://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol54/1/3_u_ilic_et_al.pdf

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, студенту, ментору, Катедри за механику и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Уроша Љ. Илића, маг. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Машинског факултета бр. 1833/2 од 11.12.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Уроша Илића, маг.инж.маш., под насловом:

НАПРЕДНО МОДЕЛИРАЊЕ ВИБРАЦИОНИХ ТРАНСПОРТЕРА ПРИМЕНОМ РОДРИГОВОГ ПРИСТУПА

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат **Урош Љ. Илић, маг.инж.маш.**, уписао је Докторске академске студије на Универзитету у Београду, Машинском факултету школске 2021/2022. године. Другу годину ДАС уписао је први пут школске 2018/19. године. Кандидат је испите из свих предмета предвиђених планом и програмом ДАС положио са просечном оценом 9,64 (сливима:девет и 64/100). Трећу годину ДАС уписује школске 2023/2024. и обнавља је 2024/2025. и 2025/2026. године.

Кандидат је 20.11.2024. године поднео захтев за одобрење теме докторске дисертације број 1999/1 на Катедри за механику Машинског факултета Универзитета у Београду. Кандидат је предложио за менторе др Михаила Лазаревића редовног професора и др Емила Вега, ванредног професора Машинског факултета у Београду.

На основу сагласности Катедре за механику број 1999/2 од 2.12.2024. године, Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Машинског факултета донело је 24.12.2024. године Одлуку бр. 1999/3 од 24.12-2024 о именовану Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Александар Обрадовић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Немања Зорић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Бранислав Попконстантиновић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Петар Мандић, ванредни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Жељко Деспотовић, научни саветник, Институт Михајло Пупин, Београд

На основу извештаја наведене комисије број 25/1 од 13.01.2025 године, Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Машинског факултета је 16.01.2025 године донело Одлуку број 25/2, да се прихвата научна заснованост теме докторске дисертације, констатује да кандидат испуњава све услове за израду дисертације, а за менторе се именују др Михаило Лазаревић, редовни професор Машинског факултета у Београду и др. Емил Вег, ванредни професор Машинског факултета у Београду. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на електронској седници одржаној од 14. до 17. фебруара 2025 године, донело је Одлуку 02 број: 61206/2-24 којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Уроша Илића, маг. инж. маш. под насловом:

„Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“

На основу обавештења ментора др Михаила Лазаревића, ред. проф. и ментора др Емила Вега, ред. проф., да је кандидат Урош Илић, маг. инж. маш., завршио докторску дисертацију **„Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“**, као и предлога Колегијума наставника Катедре за механику, Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Машинског факултета дана 11. 12. 2025. донело је Одлуку бр. 1833/2 о именовану Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Александар Обрадовић, редовни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Михаило Лазаревић, редовни професор, (ментор), Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Емил Вег, редовни професор, (ментор), Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Александар Томовић, ванредни професор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
- др Жељко Деспотовић, научни саветник, Институт Михајло Пупин, Београд

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидата **Урош Љ. Илић, маг. инж. маш.**, под називом **„Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“** припада научној области машинско инжењерство – ужа научна област Механика за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. Ментор др Михаило Лазаревић је редовни професор на Катедри за механику Машинског факултета Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор до сада је

публиковао 46 радова на SCI листи. Ментор др Емил Вега је редовни професор на Катедри за теорију механизма и машина. Као аутор или коаутор до сада је публиковао 12 радова на SCI листи.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Урош Љ. Илић, маг. инж. маш. рођен је 29.09.1997. године у Ужицу, Република Србија. Основну школу „Прва основна школа краља Петра II“ у Ужицу завршио је са одличним успехом. Након тога је похађао „Ужичку гимназију“, природно-математички смер, коју завршава са одличним успехом. На Универзитет у Београду, Машински факултет уписао се школске 2016/2017. године. Основне академске студије – машинско инжењерство завршио је 2019. године. Укупна просечна оцена током Основних академских студија износила је 9,69 (девет и 69/100). Добитник је похвале за изванредан успех на првој, другој и трећој години Основних академских студија Машинског факултета Универзитета у Београду. У току прве и друге године Основних академских студија је био добитник стипендије за студенте Републике Србије, коју додељује Министарство просвете Републике Србије, док је на трећој години Основних академских студија био добитник стипендије Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Републике Србије – „Доситеја“.

Школске 2019/2020. године уписао је Мастер академске студије – машинско инжењерство, модул Производно машинство, које завршава 2021. године са просечном оценом 9,85. Током завршног семестра МАС, био је на пракси у Институту Михајло Пупин у оквиру Центра за роботiku. Свој рад током праксе презентовао је на међународној конференцији icETTRAN2021 у етно-селу Станишић у августу 2021. године. Мастер рад на тему „Дворучни манипулатор за монтажу комплексних објеката“ из предмета Мехатроника, одбранио је код проф. Емила Вега и одбранио са оценом 10. За свој мастер рад добио је награду „Професор Тодор Пантелић“ коју додељује Фонд за развој теорије машина и механизма за најбољи мастер рад из области теорије механизма и машина.

Добитник је похвале за изванредан успех на првој и другој години Мастер академских студија Машинског факултета Универзитета у Београду. У току прве године Мастер академских студија је био добитник стипендије за студенте Републике Србије, коју додељује Министарство просвете Републике Србије, док је на другој години Мастер академских студија био добитник стипендије Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Републике Србије – „Доситеја“.

У школској 2021/2022. години уписао је Докторске академске студије – машинско инжењерство на Универзитету у Београду - Машинском факултету (број индекса Д13/2021). Кандидат је положио све испите на Докторским академским студијама и тренутно је студент 3. године.

У новембру школске 2022/2023. године уписује Мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на модулу за информационо комуникационе технологије. Положио је све неопходне допунске предмете предвиђене услед разлике положених предмета на ОАС, а предмете предвиђене курикулумом на МАС је положио са просечном оценом 10. Мастер рад на тему „Развој IoT сензорског система заснованог на сопственој LoRaWAN мрежи“ одбранио је код доц. др Младена Копривице са оценом 10.

Своју радну каријеру започео је у јануару 2022. године у ваљаоници алуминијума Импол Севал а.д., где је радио као погонски инжењер до маја 2022. године, када се запошљава као истраживач приправник у Институту Михајло Пупин. У мају 2025. године је изабран у звање истраживач сарадник од стране Научног већа Инстута Михајло Пупин.

У октобру 2025. године одржао је предавање по позиву на Математичком институту САНУ у оквиру Семинара Механика машина и механизма - модели и математичке методе. Назив предавања је био „Електромеханичко претварање енергије: Математичко моделирање електромагнетних вибрационих актуатора“ у оквиру кога је представљен део истраживања током израде предметне дисертације. Такође, на 23. међународном симпозијуму из Енергетске електронике ЕЕ2025, његов рад „*Mathematical Modelling and Simulation of an Electromagnetic Vibratory Actuator*“, који је радио заједно са својим менторима и др Жељком Деспотовићем, награђен је наградом за најбољи рад српских аутора.

Познавање страних језика

- Енглески језик – напредни ниво.
- Немачки језик – средњи ниво.
- Руски језик – основни ниво.

Познавање рада на рачунару

- Напредно познавање софтверског пакета *Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)* и *Adobe Photoshop* софтвера. Активно се служи CAD софтверским алатима *SolidWorks, AutoCAD* и *EmWorks*, као и програмским језицима *MATLAB, C, C++* и *Python*.

Остало

- Поседује возачку дозволу Б категорије
- Члан је комисије за стандардизацију KS N022 - "Енергетска електроника и полупроводничке компоненте" Института за стандардизацију Србије (ИСС)

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација докторанда **Урош Љ. Илић, маг. инж. маш.**, под називом „**Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа**“ представљена је на 196 страна А4 формата, писана је коришћењем серифног *Computer Modern* фонта величине 12pt са једноструким проредом. Садржи: 196 страна А4 формата, 62 слике, 14 табела, 164 библиографске референце а структурирана је у следећих седам поглавља:

Поглавље 1: Увод

Поглавље 2: Динамичка анализа кретања корита вибрационог транспортера

Поглавље 3: Динамичко моделирање вибрационог транспортера

Поглавље 4: Симулација динамичког модела вибрационог транспортера

Поглавље 5: Математички модел електромагнетног вибрационог актуатора

Поглавље 6: Вибрациони транспорт крутог тела без одвајања од подлоге

Поглавље 7: Закључак

Поред наведеног, докторска дисертација садржи насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о менторима и члановима комисије, кратак резиме докторске дисертације на српском и енглеском језику, захвалницу, садржај, списак слика, списак табела, списак коришћених ознака и скраћеница, списак коришћене литературе, кратку биографију аутора, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

2.1. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу дисертације дат је увод у предметну научну област, уз историјски развој и преглед научне литературе. Такође је извршена поставка разматраних проблема и истакнут је допринос у припадајућој истраживачкој области.

У оквиру другог поглавља извршена је анализа кретања корита вибрационог транспортера. С обзиром да је корито ослоњено на лиснате опруге, које се могу моделирати као деформабилна тела, овде је од интереса било посматрати њихово кретање за случај трансверзалног оптерећења. На основу релевантне литературе одређене су силе и моменти у местима уклештења опруга. Ради прецизнијег дефинисања трајекторије вибрационог корита, искоришћене су компјутерске симулације применом софтверског пакета *Solidworks*, (примена додатака *Simulation, Nonlinear Dynamic Analysis*) при чему су дефинисани услови под којима се кретање корита може усвојити као праволинијско осцилаторно.

У оквиру трећег поглавља је описан поступак којим је кинематика вибрационог транспортера дата у виду отвореног кинематичког ланца. Опште кретање транспортера је сведено на равно кретање при чему транспортер поседује четири степена слободe – две ортогоналне транслације и једне ротације масивне базе и релативно померање вибрационог корита у односу на базу. Помоћу Родриговог приступа, који је најчешће заступљен у оквиру механике роботских система, изведене су Лагранжеве диференцијалне једначине кретања у коваријантном облику, и као такве су погодни за каснију параметарску анализу посматраног динамичког система. На крају поглавља, формиран је динамички модел вибрационог транспортера у кондезованом облику, при чему је управљачка величина уведена на нивоу генералисане силе.

Пратећа нумеричка симулација овог модела дата је у оквиру четвртог поглавља. Параметри, који фигуришу у оквиру модела очитани са САД модела једног индустријског вибрационог транспортера. Постављене диференцијалне једначине кретања кретања вибрационог транспортера су решаване помоћу у софтверском окружењу Python библиотека SciPy и NumPy. Осим графичких приказа динамичких одзива транспортера под различитим вибрационим режимима (слободне пригушене и принудне пригушене осцилације), у оквиру потпоглавља налази се и кратка дискусија о различитим изведбама вибрационих транспортера.

Пето поглавље се односи на истраживање у области моделирања електромагнетних вибрационих актуатора. Најпре се разматрају теоријски принципи конверзије електричне енергије у механичку, уз опис пратећих дисипативних ефеката. Понашање електричног подсистема се представља у виду скаларне диференцијалне једначине, која описује промену напона и струје на електромагнету, уз уважавање отпорности бакарних намотаја и променљиве индуктивности, услед пормене величине ваздушног процепа. Динамика механичког подсистема се дефинише посредством динамике релативног кретања котве електромагнета за општи случај кретања. Математички модел је тестиран помоћу нумеричке симулације, при чему су параметри модела усвојени на основу лабораторијског прототипа вибрационог транспортера. Потом је извршена и експериментална валидација, а разлике у вредностима добијених експериментом и нумеричком симулацијом су дискутоване и разматране на крају поглавља.

У шестом поглављу, разматран је процес транспорта коадног материјала, односно крутог тела у случају вибрационог режима без одвајања материјала, тј. без поскакивања. При том, контакт тела са подлогом је моделован као реална веза која укључује и Кулонову силу трења клизања. Дефинисани су услови под којима долази до релативног проклизавања унапред, али и до релативног проклизавања уназад за случај интензивнијих вибрационих режима. На крају је описана нумеричка симулација вибрационог транспорта на примеру транспорта машинског дела у оквиру технолошког окружења за аутоматизовану монтажу.

У последњем, седмом поглављу, издвојен је пленарни закључак читаве дисертације, у оквиру кога су описани остварени циљеви током рада на дисертацији. Такође су дати и потенцијални правци будућих истраживања у области електромагнетних вибрационих транспортера.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација докторанда **Урош Љ. Илић, маг. инж. маш.**, под називом „**Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа**“ представља савремен и оригиналан допринос у истраживачкој области динамике вибрационог транспорта, конкретно електромагнетних вибрационих транспортера.

У оквиру дисертације развијен је оригиналан динамички модел вибрационих транспортера са силом као управљачком величином. Такође, додатно је развијен и унапређен математички модел електромагнетног вибрационог актуатора, као и модел интеракције крутог тела са вибрационим коритом током вибрационог транспорта ниског интензитета, односно без одвајања од подлоге. У оквиру истраживања и током израде дисертације примењене су савремене истраживачке методе, при чему су развијени математички модели и нумерички прорачуни, који имају за сврху унапређење досадашњих поступака пројектовања и управљања вибрационих транспортера, односно електромагнетних вибрационих актуатора.

Додатно, савременост и оригиналност предложене дисертације огледа се и кроз више радова саопштених на домаћим и међународним конференцијама, као и радовима у часопису националног значаја и међународних часописа са SCI листе.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Прегледом цитиране литературе, која је издвојена у поглављу Литература, закључује се да је докторанд **Урош Љ. Илић, маг. инж. маш.**, при изради дисертације користио литературу која је референтна и актуелна. У уводном делу докторске дисертације кандидат је навео значајне референце из истраживачке области вибрационог транспорта, механике деформабилних тела, механике система крутих тела, механике контакта, које су релевантне за тему докторске дисертације. У докторској дисертацији коришћена је адекватна, савремена и релевантна литература у припадајућој истраживачкој области. Део библиографских јединица се односи на референтне књиге и зборнике радова, док други део укључују одбрањене докторске дисертације и радови из ремираних међународних часописа, чији преглед значајно указује на значај, актуелност теме и савременост теме ове докторске дисертације.

3.3. Осврт и адекватност примењених научних метода

У току израде докторске дисертације докторанда Уроша Љ. Илића под називом „**Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа**“ коришћене су основне, општенаучне и посебне методе које се користе у области техничко–технолошких наука.

-Основне методе

Применом аналитичких метода омогућено је разлагање сложеног техничког система на међусобно повезане подсистеме ради сагледавања њихових појединачних динамика, али и доприноса на коначно динамичко понашање система. Методом апстракције је кретање вибрационог транспортера представљено у виду отвореног кинематичког ланца са гранањем, док се методом конкретизације стекао приближан увид у стварну динамику вибрационог транспортера. Током интерпретације резултата и доношења закључака, коришћене су методе генерализације и специјализације. Ове две методе заправо представљају проширење индуктивно-дедуктивних поступака, чиме се омогућава процена тачности и веродостојности математичког модела, као и утврђивање одступања која потичу од нелинеарности и апроксимација у моделу.

-општенаучне методе истраживања

У оквиру истраживања коришћене су општенаучне методе које обезбеђују логичку конзистентност научноистраживачког рада. Хипотетичко-дедуктивна метода представља основни приступу формирању и провери претпоставки истраживања. На основу постојећих теоријских сазнања и резултата претходних истраживања формулисана су почетне хипотезе овог истраживања. Са друге стране, полазне теоријске основе представљају опште теореме и закони теоријске механике, електромагнетизма, теорије осцилација, механике робота итд. Из њих се применом аналитичко-дедуктивне методе изведени су конкретни облици диференцијалних једначина кретања разматраног система. Метода моделовања је примењена у одређивању адекватног динамичког модела вибрационог транспортера као и у циљу описивања сложених међузависности између електромагнетног и механичког подсистема и утицаја радног оптерећења транспортера, док ће резултати нумеричких симулација бити искоришћени за њихову интерпретацију и валидацију. Ради поређења резултата и извођења поузданих закључака, примењена је компаративна метода где су

упоређивани теоријски, нумерички и експериментални резултати добијени током истраживања. Овим приступом утврђен је висок степен подударности између модела и реалних мерења, уз пратећу опсервацију и постојање малих одступања услед нелинеарности и апроксимација у моделу. Поред тога, компаративна анализа је овде омогућила сагледавање резултата у односу на релевантне студије из области вибрационог транспорта, чиме је потврђена поузданост и иновативност развијеног модела. Такође, примењена је и статистичка метода приликом обраде експерименталних резултата и анализе одступања између теоријских и мерених вредности.

-посебне методе из области техничко-технолошких наука

У оквиру истраживања примењене су неке од значајнијих метода својствених за техничко-технолошке науке, а које су коришћене током израде дисертације су нумеричко моделовање и симулације, МКЕ анализе и метод експеримента. Математички модели, који су добијени претходним аналитичким поступком преведени су у симболички облик применом библиотеке *SimPy* програмског језика *Python* где је затим помоћу библиотеке *NumPy*, симболички модел преведен у нумерички облик. У циљу валидације након формирања динамичког модела вибрационог транспортера у симболичком облику, извршена је нумеричка симулација на конкретном примеру транспортера, који се користи у индустријском окружењу. Такође, након дефинисања математичког модела електромагнетног вибрационог актуатора извршена је нумеричка симулација у циљу оцене тачности математичког модела.

Структурне анализе применом метода коначних елемената (МКЕ) су коришћене у два домена: структура механичке конструкције и расподела електромагнетног поља. Такође, примењена је експериментална метода где је експериментална верификација изведена на лабораторијском склопу транспортера. Сензорски систем се састојао од индуктивног сензора помераја и одговарајућих сонди за мерење струје и напона на електромагнету. Очитани резултати осцилоскопских мерења су обрађени помоћу библиотеке *SciPy* програмског језика *Python* и приказани у виду одговарајућих графика. Додатно, помоћу компаративне анализе извршена је оцена грешке модела, односно резултата нумеричке симулације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Остварени резултати докторанда Уроша Љ. Илића, маг. инж. маш., током истраживања која су приказана у оквиру докторске дисертације, осим научног значаја имају и широк спектар практичне примене, нарочито у областима динамичког моделирања електромагнетних вибрационих транспортера. Такође, остварени резултати пружају одговарајућу искуствену подлогу приликом решавања ове проблематике за вибрационе транспортере овог типа или других типова и могу се сматрати од изузетног апликативног значаја. Дати резултати такође представљају и темељ за будућа истраживања у овој области, као што је докторанд истакао у Закључку дисертације.

3.5. Оцена достигнути способности кандидата за самостални научни рад

Током израде докторске дисертације докторанд Урош Љ. Илић, маг. инж. маш., показао је способност да самостално препозна и решава научно-истраживачке и инжењерске проблеме на иновативан начин, као и да самостално овладава напредним методама теоријског и експерименталног карактера користећи релевантне литературне изворе. Наведено истраживање

представља добру основу за успешан самосталан научноистраживачки рад кандидата у будућности. Резултати остварени током израде докторске дисертације доказ су компетентности кандидата за самостални научно – истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Успешном реализацијом циљева истраживања у оквиру докторске дисертације под називом „Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“ кандидата Уроша Илића, остварени су следећи научни доприноси:

- Развој унапређеног динамичког модела вибрационог транспортера коришћењем Родриговог приступа [1,2,4,7,8,9,11];
- Остварен је теоријски допринос у процени утицаја динамике радног дела вибрационог транспортера на побудну струју електромагнетног актуатора где је последично развијен унапређени математички модел електромагнетног вибрационог актуатора, [2,3,5,6,9,10].

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области ове докторске дисертације, Комисија констатује да су приказани резултати истраживања значајни и научно утемељени. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања и да су решени сви проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

За разлику од осталих приступа, креирани модели су примењени на реалном вибрационом транспортеру и њихова употребљивост је демонстрирана у релевантном лабораторијском окружењу. Извесно ограничење овог истраживања огледа се у чињеници да је развијени модел верификован на једном прототипу вибрационог транспортера, што оставља простор за његову даљу проверу и проширење за различите типове вибрационих транспортера, који се могу наћи у савременим индустријским окружењима.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Урош Илић, маг. инж. маш. је током истраживања и израде докторске дисертације публиковао и верификовао научне доприносе кроз научне радове различитих категорија од којих се издвајају радови публиковани у међународним часописима категорије M22:

Радови објављени у истакнутом међународном часопису (M22)

- [1] **Пић, У.**, Lazarević, M., Veg, E., Despotović Ž., Gubeljak N., (2026) *Dynamics of a Rigid Body During a Slipping Motion on a Vibratory Conveyor* in Tehnicki vjesnik/Technical Gazette Vol. 33/No. 3 <https://doi.org/10.17559/TV-20250603002721>, online first <https://drive.google.com/file/d/168BfkW-ZAEe-nxkvis4OjvOs4R5I3091/view>

- [2] **Plić, U.**, Despotović, Ž., Lazarević, M., Veg, E., (2026) *Electromechanical Energy Conversion inside an Electromagnetic Vibratory Actuator: Modeling, Simulation, and Validation* in FME Transactions Vol. 54, No 1, pp.23-38, doi: 10.5937/fme2601023I
https://www.mas.bg.ac.rs/media/istrazivanje/fme/vol54/1/3_u_ilic_et_al.pdf

Радови саопштени на међународном скупу, штампани у целини (M33)

- [3] **Plić U.**, Despotović Ž., Lazarević M., Veg E. (2025) *Modelling and Simulation of an Electromagnetic Vibratory Actuator Using CAD Software*, In Proceedings of: 24th International Symposium Infotech-Jahorina (INFOTEH), pp. 1-5, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 19-21. March 2025, DOI: 10.1109/INFOTEH64129.2025.10959210.
- [4] **Plić, U.**, Lazarević, M., Veg, E., Despotović Ž. (2025). *Motion analysis of a vibratory conveyor's trough during its operation*. In Proceedings of the 10th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, pp. 196–205, Niš, Serbia, 18-20. June 2025. doi: <https://doi.org/10.46793/ICSSM25.196I>.
- [5] **Plić U.**, Despotović Ž., Lazarević M., Veg E., (2025) *Mathematical Modelling and Simulation of an Electromagnetic Vibratory Actuator* In Proceedings of 23rd International Symposium on Power Electronics (Ee), NoviSad, Serbia, 2025, pp. 1-6, DOI: 10.1109/Ee67693.2025.11227087, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11227087> (Награда за најбољи рад српских аутора на симпозијуму EE2025).

Радови саопштени на међународном скупу, штампани у изводу (M34)

- [6] **Plić U.**, Despotović Ž., (2024) *Modeliranje Uticaja Magnetnog Zasićenja Na Elektromagnetnu Silu Vibracionog Aktuatora*, In: Proceedings from ENERGETIKA 2024, pp 36, Zlatibor, Srbija, Jun 2024.
- [7] **Plić U.**, Veg E., (2024) *Various Lissajous Figures and Their Implication in Vibratory Technology*, In: Proceedings of 2nd International Conference on Mathematical Modelling in Mechanics and Engineering, pp. 75-76, Mathematical Institute SANU, Sep. 2024.
- [8] **Plić U.**, Lazarević M. (2024) *Applying Rodrigues' Formula for Kinematic Modeling of Vibratory Conveyors*, In: Proceedings of 2nd International Conference on Mathematical Modelling in Mechanics and Engineering, pp.59-60, Mathematical Institute SANU, Sep. 2024
- [9] **Plić, U.**, Lazarević, M.; Veg, E.; Despotović, *The electromagnetic vibratory actuator load during the transport of a rigid body on a vibratory conveyor*, in Proceedings of the 2nd International Electronic Conference on Actuator Technology, pp. 29, 4–6 November 2024, MDPI: Basel, Switzerland.

Радови објављени истакнутом националном часопису (M52)

- [10] **Plić, U.** Despotović Ž. (2025) *Modeliranje i analiza uticaja magnetnog zasićenja na elektromagnetnu silu u vibracionim aktuatorima / Modelling and Analysis of Magnetic Saturation Effects on the Electromagnetic Force in Vibratory Actuators* In Energija, Ekologija, Ekonomija, 1, XXVII, pp. 11-15 <https://doi.org/10.46793/EEE25-1.11I>

Радови објављени у националном часопису (M53)

- [11] **Plić U.**, Veg E., Lazarević M., Despotović Ž. (2025) *Modal Analysis of Vibratory Conveyors Using Finite Element Simulation in Solidworks* in Journal of Mechatronics, Automation and Identification Technology JMAIT Vol. 10, No. 2, pp. 5 – 8.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације **„Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“** докторанда **Уроша Љ. Илића, маг. инж. маш.** Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је дисертација успешно завршена у складу са предметом и постављеним циљевима истраживања и да представља оригинални научни рад са научним доприносом у научној области машинско инжењерство, ужа научна област механика. Кандидат је кроз спроведена истраживања дошао до оригиналних научних резултата који су успешно и верификовани и који се могу применити у инжењерској пракси. Такође, констатује се да је дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду.

Имајући у виду наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду, Машинског факултета да усвоји овај Извештај и да се докторска дисертација под називом **„Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“** докторанда **Уроша Љ. Илића, маг. инж. маш.** прихвати, заједно са овим Извештајем стави на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Место и датум: Београд, 20.01.2026.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Александар Обрадовић, редовни професор
Универзитет у Београду-Машински факултет

др Михаило Лазаревић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду-Машински факултет

др Емил Вег, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду-Машински факултет

др Александар Томовић, ванредни професор
Универзитет у Београду-Машински факултет

др Жељко Деспотовић, научни саветник
Универзитет у Београду - Институт Михајло Пупин

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
Бр. 1833/2
Датум: 11.12.2025. године
БЕОГРАД, Ул. краљице Марије бр. 16

На основу обавештења др Михаила Лазаревића, ред. проф. и др Емила Вега, ред. проф., ментора да је студент Урош Илић, маг. инж. маш., завршио докторску дисертацију **„Напредно моделирање вибрационих транспортера применом Родриговог приступа“**, предлога Колегијума наставника Катедре за механику, а сагласно члану 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012, 89/2013 и 76/2023) и члану 42 Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно – научно веће Машинског факултета на седници одржаној дана 11.12.2025. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

- др Александар Обрадовић, ред. проф.
- др Михаило Лазаревић, ред. проф., ментор
- др Емил Вега, ред. проф., ментор
- др Александар Томовић, ванр. проф.
- др Жељко Деспотовић, научни саветник, Институт Михајло Пупин

именују се за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **„НАПРЕДНО МОДЕЛИРАЊЕ ВИБРАЦИОНИХ ТРАНСПОРТЕРА ПРИМЕНОМ РОДРИГОВОГ ПРИСТУПА“** студента **УРОША ИЛИЋА**, маг. инж. маш.

Одлуку доставити: члановима Комисије, студенту и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић