

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

## ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име  
Датум и место рођења

Јован Мирослав Павловић  
09.07.1987. Београд

## Основне студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Звање  
Година уписа  
Година завршетка  
Просечна оцена

Универзитет у Нишу  
Машински факултет  
Машинско инжењерство  
Инжењер машинства  
2006.  
2010.  
9,00

## Мастер студије, магистарске студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Звање  
Година уписа  
Година завршетка  
Просечна оцена  
Научна област  
Наслов завршног рада

Универзитет у Нишу  
Машински факултет  
Машинско инжењерство  
Мајстер инжењер машинства  
2010.  
2012.  
9,50  
Транспортна техника и логистика  
Истраживање и развој хидрауличких трансмисија мобилних машина

## Докторске студије

Универзитет  
Факултет  
Студијски програм  
Година уписа  
Остварен број ЕСПБ бодова  
Просечна оцена

Универзитет у Нишу  
Машински факултет  
Машинско инжењерство  
2012.  
180  
9,22

## НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске  
дисертације  
Име и презиме ментора,  
звање  
Број и датум добијања  
сагласности за тему  
докторске дисертације

Вишекритеријумска оптимална синтеза погонских механизма манипулатора  
утоваривача  
др Драгослав Јаношевић, редовни професор у пензији  
НСВ број 8/20-01-005/17-025, 04.07.2017.

## ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна  
Број поглавља  
Број слика (шема, графикона)  
Број табела  
Број прилога

185  
6  
106  
81  
5

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

Примљено:	02.6.2021.		
Орг.јед.	Број	Прилог	Вредност
	612-80-61/2021		

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА  
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1.	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V.: <i>Optimization of a Loader Mechanism on the Basis of the Directed Digging Force</i>, Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering, Vol. 43, pp. 753–762, 2019. doi:10.1007/s40997-018-0236-z</p> <p>У раду је дефинисана усмерена сила копања као критеријум за оптималну синтезу погонских механизма манипулатора. Усмерена сила копања се дефинише на основу следећих сила: граничне силе копања које дозвољава стабилност утоваривача, граничне силе копања које омогућују погонски механизми манипулатора утоваривача и фактора који се односе на положај копања у радном простору утоваривача, правца и смера деловања могућег отпора копања. Општи математички модел и апликативни софтвер дефинишу се у сврху одређивања усмерене силе копања. На основу математичког модела утоваривача развијен је софтвер који омогућује одређивање и детаљну анализу сила копања у целом радном подручју утоваривача. Коришћењем развијеног софтвера обављена је анализа граничних сила копања и одређена дефинисана усмерена сила копања за две варијанте утоваривача исте масе (око 15000 kg са запремином кашике од 2,3 m<sup>3</sup>) са истим параметрима кинематичког ланца али различитим параметрима погонских механизма манипулатора.</p>	M23
2.	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V.: <i>Optimization of Manipulator Drive Mechanisms in Hydraulic Excavators on the Basis of the Tribological Criterion</i>, Scientia Iranica B, 27(5), pp. 2372-2381, 2020. doi: 10.24200/sci.2019.50617.1790</p> <p>У раду је дата функционална, структурна и триболошка анализа параметара кинематичких парова (зглобова) кинематичког ланца погонских механизма манипулатора хидрауличког багера. На основу спроведене анализе дефинисан је триболошки критеријум, као један од низа критеријума, за оптималну синтезу погонских механизма манипулатора хидрауличког багера. Показатељ критеријума је одређен као механичка ефикасност погонских механизма, да би се показао триболошки губитак снаге погонског механизма багера услед трења између елемената спојева погонског механизма манипулатора. Као пример, дати су експериментални резултати триболошког истраживања и показатељи триболошког критеријума током испитивања и синтезе погонских механизма манипулатора хидрауличког багра масе 17000 kg.</p>	M23
3.	<p><b>Pavlović, J.,</b> Jovanović, M., Milojević, A.: <i>Optimal Synthesis of the Manipulator Using Two Competitive Methods</i>, Facta universitatis Series: Mechanical Engineering Vol. 12, No 1, pp. 61-72, 2014.</p> <p>У раду је дата програмска реализација за тражење оптималне геометрије раванског Z-механизма. Рад показује математичку процедуру дефинисања функције циља, функција ограничења, области претраживања којима се решава задатак оптимизације. Полазећи од решења у пракси, дат је нумерички пример одређивања оптималног дизајна са четири параметра оптимизације. Сви параметри оптимизације су геометријски на механизму за одређивање нагиба кашике. Задатак је решаван различитим нумеричким методама - методом формалног претраживања хиперпростора (метода пасивног скенирања) и апроксимативном методом квадратног секвенцијалног програмирања - SQP (применом fminmax функције из Матлабовог оптимизационог toolbox-а). Верификација решења је вршена анимацијом у програму за геометријско моделирање. Резултати су графички илустровани.</p>	M24
4.	<p>Janošević, D., <b>Pavlović, J.,</b> Jovanović, V., Milić, P.: <i>Kinematic and Dynamic Simulation of the Wheel Loaders with the Z-bar Working Mechanism</i>, IMK-14 – Research and Development in Heavy Machinery 20(2) pp. 39-46. 2014. (M52)</p> <p>У раду је развијен општи математички модел и софтвер за детаљну кинематичку и динамичку анализу утоваривача током симулираног манипулативног задатка који се састоји из операција захватања, пренос и истовар материјала. Математички модел је заснован на <i>Newton-Euler</i>-овим динамичким једначинама. Развијени модел и софтвер омогућују да се на основу задатих параметара манипулативног задатка одреде: линеарне и угаоне брзине и убрзања, инерцијалне силе и инерцијални моменти за средиште масе сваког члана кинематичког ланца и моменти оптерећења погонских механизма машине. Кинематички и динамички параметри добијени симулацијом представљају основу за дефинисање структуре чланова кинематичког ланца и оптималну синтезу погонских механизма утоваривача.</p>	M52
5.	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Anđelković, B., Jovanović, V.: <i>Models for determination of the loaders digging resistance forces</i>, In Proceedings of the 4th International Conference Mechanical Engineering in XXI Century MASING 2018, Niš, Serbia, pp. 373-377, 2018.</p> <p>У раду су анализирани различити математички модели за аналитичко и нумеричко одређивање силе отпора копања утоваривача. Додатно, су приказати софтверски алати за одређивање силе отпора копања који се користе у нумеричкој симулацији рада утоваривача. Резултати анализе</p>	M33

	дати су на примеру утоваривача масе $15000\text{ kg}$ . са запремином кашике $2,7\text{ m}^3$ , користећи аналитичке и нумеричке дискретне елементе (DEM).	
6	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P.: <i>Hydrostatic Systems for Vibration Damping in the Movement of Mobile Machinery</i>, In Proceedings of XXV International Conference "Noise and Vibration", Tara, Serbia, pp. 165-168, 2016.</p> <p>У раду су разматране концепције варијантних хидростатичких система за пригушивање вибрација при кретању мобилних машина. Системи су развијени на основу математичког модела мобилних машина у облику динамичког апсорбера који се састоји из ослоно-кретног члана са пнеуматичима еластично ослоњеног на подлогу кретања и манипулатора еластично повезаних за кретни механизмом хидроцилиндрима који се понашају као "хидрауличке опруге". Пригушивање вибрација при кретању машина засновано је на могућности промене запремине хидрауличког уља у водовима хидроцилиндара при подизању и спуштању манипулатора. Промена запремине уља се постиже уградњом посебних модуларних компонената (вентила и акумулатора) у хидростатички погонски систем машина при чему се мењају динамичке карактеристике машине и на тај начин стабилизују вибрације кретања.</p>	M33
7	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V., Petrović, N.: <i>Optimal Synthesis of the Loader's Manipulator Powertrains with Z Kinematics</i>, In Proceedings of 3rd International Conference Mechanical Engineering in XXI Century, Niš, Serbia, pp. 415-420, 2015.</p> <p>У раду приказан је општи поступак синтезе погонских механизма манипулатора Z кинематике утоваривача. Дат је алгоритам програма за генерисање могућих варијанти решења погонских механизма на основу дефинисаних области и постављених ограничења оптимизације. За избор оптималних решења погонских механизма манипулатора, из скупа генерисаних могућих решења, дефинисан је скуп кинематичких и динамичких критеријума оптимизације. Као пример, дати су резултати оптималног избора погонских механизма манипулатора Z кинематике утоваривача точкаша, масе <math>15000\text{ kg}</math> и запремине кашике <math>2,5\text{ m}^3</math>.</p>	M33
8	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V.: <i>Tribological Criteria of Efficiency Evaluation in Work of Loader Manipulator</i>, In Proceedings of 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja, Serbia, pp.879-884, 2015.</p> <p>У раду је дат математички модел за одређивање губитака енергије у зглобовима кинематичког ланца и погонским механизмима манипулатора Z-кинематике утоваривача. Поред тога приказан је програм развијен на основу математичког модела који омогућује динамичку симулацију рада манипулатора. Програм омогућује да се симулацијом одређује губитак енергије и снаге настале услед трења у зглобовима кинематичког ланца и погонских механизма манипулатора утоваривача током манипулационог задатка. Као пример дато је поређење величине губитка енергије за две варијанте манипулатора са различитим погонским механизмима за утоваривач масе <math>15000\text{ kg}</math>.</p>	M33
9	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P.: <i>Dynamic analysis of the Z-bar loader working mechanism</i>, In Proceedings of the Fifth International Conference Transport and Logistics - TIL 2014, Niš, Serbia, pp. 119-123, 2014.</p> <p>У раду приказан је математички модел и програм за динамичку анализу утоваривача точкаша са манипулатором Z кинематике. Динамичком анализом одређују се силе инерције и моменти инерције за средиште масе чланова кинематичког ланца машине помоћу Newton-Euler - ових динамичких једначина. Као пример дати су резултати динамичке анализе утоваривача масе <math>15000\text{ kg}</math> и запремине кашике <math>2,7\text{ m}^3</math>.</p>	M33
10	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V., Petrović, S.: <i>The Development of Hydrostatic Drive Transmissions of Wheel Loaders</i>, In Proceedings of the Eighth Triennial International Conference Heavy Machinery - HM 14, Zlatibor, Serbia, pp. 43-48, 2014. (M33)</p> <p>У раду је дефинисан поступак анализе и синтезе хидростатичких трансмисија кретања утоваривача точкаша. Дефинисан је општи поступак прорачуна на основу којег је развијен програм за модуларно пројектовање хидростатичке трансмисије. При прорачуну се задају услови кретања, маса и максимална брзина кретања машине. На основу задатих параметара програмом се према дефинисаним критеријумима одређују следеће основне компоненте трансмисије: дизел мотор, хидропумпе, хидромотори, мењач и погонски мостови трансмисије.</p>	M33
11	<p><b>Pavlović, J.,</b> Janošević, D., Jovanović, V., Milić, P.: <i>Kinematic Analysis of the Z-Bar Loader Working Mechanism</i>, In Proceedings of the Eighth International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering - KOD 2014, Balatonfüred, Hungary, pp. 47-50, 2014. (M33)</p> <p>У раду приказан је математички модел и програм за кинематичку анализу утоваривача точкаша са манипулатором Z кинематике. Кинематичком анализом се одређују линеарне и угаоне брзине и убрзања средишта маса чланова кинематичког ланца машине. Као пример дати су резултати кинематичке анализе утоваривача масе <math>15000\text{ kg}</math> и запремине кашике <math>2,7\text{ m}^3</math>. При развоју уто-</p>	M33

	варивача точкаша неопходна је кинематичка анализа чланова кинематичког ланца и погонских механизма машине како би се оценила испуњеност постављених захтева посебно оних који се односе на Z кинематику манипулатора. Поред оцене испуњености захтева Z кинематике манипулатора, резултати кинематичке анализе представљају основу за динамичку анализу чланова кинематичког ланца.	
12	<b>Pavlović, J., Janošević, D., Jovanović, V., Savić, I.:</b> <i>Motion Regulation of the Wheel Loaders</i> , In Proceedings of the XII International Conference Systems, Automatic Control and Measurements - SAUM 2014, Niš, Serbia, pp. 336-340, 2014.	
	У раду је разматрана концепција хидростатичког система за регулацију кретања утоваривача точкаша при транспорту захваћеног материјала током одвијања циклуса рада машине. Систем је развијен на основу динамичког модела утоваривача који се састоји из ослоно-кретног члана еластично ослоњеног на путању кретања и манипулатора еластично повезаног за кретни механизам хидроцилиндрима стреле. Регулација кретања заснована је на могућности промена запремине хидрауличког уља у водовима и хидроцилиндрима за подизање и спуштање стреле манипулатора утоваривача. При чему се хидроцилиндри стреле понашају као "хидрауличке опруге", чије се динамичке карактеристике мењају променом запремине хидрауличког уља и на тај начин стабилизује кретање машине.	М33

### ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.	ДА
--	----

Кандидат, Јован Павловић положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских студија на студијском програму Машинско инжењерство Машинског факултета Универзитета у Нишу и стекао право на израду докторске дисертације.

Јован Павловић је 24.03.2017. године, Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу, поднео захтев (број 612-80-69/2017) за одобрење теме докторске дисертације под називом „Вишекритеријумска оптимална синтеза погонских механизма манипулатора утоваривача”.

На предлог Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу, Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу донело је Одлуку (број 8/20-01-004/17-038 од 15.05.2017. године) о именовању Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације у саставу: др Миомир Јовановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Драгослав Јаношевић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Ненад Д. Павловић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, др Миломир Гашић, редовни професор Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу и др Горан Петровић, доцент Машинског факултета у Нишу.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу је, на седници одржаној 23.06.2017. године, на основу Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације (број 612-80-158/2017) Одлуком број 612-327-5/2017 усвојило тему докторске дисертације и предложило др Драгослава Јаношевића, редовног професора Машинског факултета у Нишу, за ментора.

Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу је, на седници одржаној 04.07.2017. године, Одлуком број 8/20-01-005/17-025 дало сагласност на Одлуку о усвајању теме докторске дисертације и Одлуком број 8/20-01-007/17-026 од 04.07.2017. године именovalo др Драгослава Јаношевића, редовног професора Машинског факултета у Нишу, за ментора за израду докторске дисертације.

Јован Павловић је 03.03.2021. године поднео захтев, Одсеку за наставна и студентска питања Машинског факултета у Нишу, за одређивање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације. На предлог Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу, Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу донело је Одлуку број 8/20-01-003/21-020 о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, под називом „Вишекритеријумска оптимална синтеза погонских механизма манипулатора утоваривача”, у следећем саставу: др Драгослав Јаношевић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу у пензији, др Горан Петровић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу, др Радомир Ђокић, доцент Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, др Предраг Милић, доцент Машинског факултета, Универзитета у Нишу, др Весна Јовановић, доцент Машинског факултета Универзитета у Нишу.

Јован Павловић је првопотписани аутор два рада објављена у часописима са SCI листе из области докторске дисертације, као и првопотписани аутор једног рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу из области докторске дисертације.

На основу претходно наведеног, Јован Павловић испуњава све услове за оцену и одбрану докторске дисертације предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу и Статутом Машинског факултета у Нишу.

## ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Садржај дисертације чине шест следећих поглавља:

1. Увод, 2. Анализа утоваривача, 3. Анализа механизма манипулатора утоваривача, 4. Синтеза механизма манипулатора утоваривача, 5. Оптимизација механизма манипулатора утоваривача и 6. Закључак.

Наведеним поглављима дисертације претходе: резиме, на српском и енглеском језику и садржај. На крају дисертације се налазе: списак коришћене литературе (116 цитираних библиографских јединица), прилог и биографија аутора.

У првом поглављу дефинисан је предмет истраживања - погонски механизми манипулатора утоваривача. Наведени су разлози, значај и циљеви истраживања. Дата је детаљна анализа најзначајнијих резултата досадашњих истраживања која се односе на оптималну синтезу и анализу параметара погонских механизма манипулатора утоваривача.

У другом поглављу приказана је функционална, структурна и параметарска анализа утоваривача заснована на подацима водећих светских произвођача утоваривача. На основу спроведене структурне анализе у облику морфолошке матрице усвојен је општи модел утоваривача који чине: дводелни зглобни ослоно-кретни механизам са пнеуматичима, манипулатор који је оснажен погонским механизмима и извршним алатом у облику кашике. Погонски механизми манипулатора за актуаторе имају хидроцилиндре двосмерног деловања који су повезани посредно  $Z$  кинематиком за чланове кинематичког ланца манипулатора.

У трећем поглављу приказани су општи динамички математички модели утоваривача и математички модели услова симулације на основу којих је извршена анализа параметара функција који се задају при синтези механизма манипулатора. Анализа је извршена поступцима нумеричке и експерименталне анализе. Нумеричком анализом је извршена динамичка симулација рада утоваривача задавањем параметара манипулационих задатака са различитим технологијама захватања материјала кашиком коришћењем софтвера *MSC ADAMS (Automated Dynamic Analysis of Mechanical Systems)*. Експериментална анализа је заснована на мереним величинама положаја кинематичког ланца и притисака у актуаторима - хидроцилиндрима погонских механизма манипулатора физичког модела утоваривача при раду у експлоатационим условима. Резултати анализе су показали да су моменти оптерећења механизма највећи при операцији захватања материјала, а при операцији преноса материјала највећи утицај на оптерећење механизма има момент гравитационе силе захваћеног материјала.

У четвртном поглављу дефинисан је математички модел и развијен програм за генерисање могућих варијантних решења погонских механизма манипулатора  $Z$  кинематике. При генерисању варијантних решења механизма облашћу претраживања обухваћени су: преносни параметри - координате зглобова и дужине преносних полуга механизма и трансформациони параметри - величине хидроцилиндара механизма. Развијеним програмом су прво генерисани преносни параметри механизма коришћењем генетског алгорита, а затим су генерисани трансформациони параметри механизма поступком секвенцијалног претраживања датотеке расположивих дискретних стандардних величина хидроцилиндара. Анализа скупа генерисаних могућих варијанти механизма манипулатора показала је да за исте задате параметре функција могуће је генерисати варијанте механизма са различитим трансформационим и преносним параметрима.

У петом поглављу дата је, као наставак поступка оптималне синтезе механизма, методологија вишекритеријумске оптимизације механизма, где су развијени следећи критеријуми оптимизације: а) кинематички критеријум којим се дефинише минимална промена грудног угла пуне кашике при подизању из транспортног у истоварни положај, б) критеријум усмерене силе с циљем да усмерена сила захватања материјала, одређена за цело радно подручје манипулатора, има максималну вредност, в) триболошки критеријум с циљем да су минимални губици снаге настали услед трења у зглобовима механизма манипулатора, г) временски критеријум с циљем да је минимално време трајања операција захватања, преноса и истовара манипулационог задатка, д) масени критеријум с циљем да је минимална маса чланова кинематичког ланца и погонских механизма манипулатора, е) динамички критеријум с циљем да су минимална померања ослоно-кретног механизма утоваривача изазвана покретањем погонских механизма манипулатора. За избор најбољег (оптималног) решења из скупа могућих генерисаних решења механизма манипулатора утоваривача коришћене су методе вишекритеријумског одлучивања.

У последњем поглављу дати су закључци као и потенцијалне области будућих истраживања.

## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

У оквиру своје докторске дисертације Јован Павловић у потпуности је остварио циљеве научног истраживања постављених у пријави докторске дисертације. Развој опште методологије за вишекритеријумску оптималну синтезу погонских механизма манипулатора утоваривача свих величина, као основни постављени циљ истраживања дисертације садржан је у потпуно оствареним следећим парцијалним циљевима:

- Дефинисање поступка оптималне синтезе погонских механизма манипулатора утоваривача на основу науке о конструисању;
- Функционално и структурно истраживање погонских механизма манипулатора утоваривача;
- Дефинисање математичких модела услова симулације манипулационог задатка утоваривача;

•Развој математичких модела утоваривача за анализу параметара функција погонских механизма манипулатора поступком динамичке нумеричке симулације, коришћењем софтверског пакета *MSC ADAMS*, и на основу експериментално измерених величина стања утоваривача, масе  $15000\text{ kg}$ , запремине кашике  $2,3\text{ m}^3$  при раду у експлоатационим условима;

•Дефинисање математичког модела за генерисање могућих варијантних решења погонских механизма манипулатора утоваривача на основу задатих параметара функција утоваривача и одређене области претраживања;

•Методологија вишекритеријумске оптимизације механизма у оквиру које је развијено шест критеријума: а) кинематички критеријум, б) критеријум усмерене силе захватања, в) триболошки критеријум, г) временски критеријум, д) масени критеријум и е) динамички критеријум оптимизације;

•Поступак избора варијантног решења погонских механизма манипулатора, из скупа генерисаних варијанти, коришћењем *fuzzy* метода вишекритеријумског одлучивања и оцена експерата датих на основу вредности дефинисаних функција циља и оцене важности критеријума.

#### Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Општа методологија за синтезу погонских механизма утоваривача, развијена у оквиру докторске дисертације кандидата Јована Павловића, значајна је с обзиром на савремени модуларни развој утоваривача и комплексну функцију погонских механизма манипулатора у склопу различитих конфигурација кинематичких ланаца и различитих манипулационих задатака утоваривача у просторном радном пољу са мноштвом различитих положаја и услова рада.

Основни научни доприноси докторске дисертације су:

•Развијена оригинална методологија за синтезу погонских механизма манипулатора утоваривача, заснована на науци о конструисању и поступку модуларног пројектовања;

•Дефинисана морфолошка матрица за избор концепције погонских механизма манипулатора, формирана на основу функционалне, структурне и параметарске анализе утоваривача водећих светских произвођача;

•Одређивање вектора силе отпора и момента отпора захватања кашике утоваривача за праволинијску, степенасту и лучну технологију захватања грануларног материјала, методом дискретних елемената;

•Развој поступка и мерног ланца за експериментално мерење величина стања утоваривача у експлоатационим условима;

•Анализа параметара функција погонских механизма манипулатора утоваривача поступком нумеричке симулације, коришћењем софтверског пакета *MSC ADAMS*, и на основу експериментално измерених величина стања погонског система манипулатора утоваривача при раду у експлоатационим условима;

•Развијени математички модели и софтвери за генерисање могућих варијантних решења преносних параметара погонских механизма манипулатора утоваривача - коришћењем генетског алгоритма и генерисање трансформационих параметара механизма - секвенцијалним претраживањем датотеке расположивих величина хидроцилиндара;

•Развијени математички модел и софтвер критеријума усмерене силе захватања којим је анализиран утицај параметара генерисаних варијантних решења погонских механизма манипулатора на величину могућих сила копања у целом радном простору утоваривача;

•Развијени математички модел и софтвер триболошког критеријума којим је анализиран утицај параметара генерисаних варијантних решења погонских механизма манипулатора на губитак снаге услед трења у зглобовима кинематичког ланца манипулатора утоваривача;

•Развијени математички модел и софтвер временског критеријума којим је анализиран утицај преносних функција погонских механизма и хидростатичког система манипулатора на време трајања манипулационог задатка утоваривача;

•Развијени математички модел и софтвер критеријума минималне масе којим је анализиран утицај параметара генерисаних варијантних решења погонских механизма на масу чланова кинематичког ланца манипулатора на основу општих фактора номиналне масе одређених према напонском стању чланова кинематичког ланца манипулатора;

•Дефинисани математички модел анализе утицаја еластично пригушних карактеристика актуатора погонских механизма манипулатора, које настају услед стишљивости хидрауличког уља у радним запреминама и водовима хидроцилиндара погона, на динамичку стабилност утоваривача.

#### Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

На основу анализе садржаја докторске дисертације и резултата истраживања која су објављена у међународним и националним публикацијама, Комисија сматра да кандидат Јован Павловић несумњиво има способност и дар за самостални научни рад. Кандидат Јован Павловић је показао изразиту систематичност и аналитичност при свеобухватној анализи постојеће научне и стручне литературе и досадашњих резултата истраживања из области теме докторске дисертације. Спроведеним истраживањима у оквиру дисертације кандидат је потврдио да успешно користи знања из математичког моделирања и оптимизационих метода, као и да поседује потребан ниво самосталности у реализацији експерименталних истраживања и нумеричких динамичких симулација.

## ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу прегледа рукописа докторске дисертације и увидом у публиковане научне радове кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације закључују:



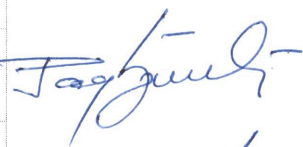
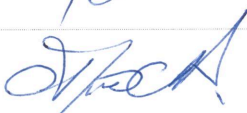

- Садржај докторске дисертације у потпуности одговара теми коју су одобрили Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу и Научно-стручно веће за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу.
- Докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни допринос истраживању и развоју не само утоваривача већ других мобилних машина са просторном манипулацијом.

Имајући у виду све наведено, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу и Научно-стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу да се поднети рукопис кандидата **Јована Павловића**, мастер инжењера машинства, под називом:

### "Вишекритеријумска оптимална синтеза погонских механизма манипулатора утоваривача"

прихвати као докторска дисертација и да се кандидат позове на усмену јавну одбрану.

## КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану Комисије	8/20-01-003/21-020		
Датум именовања Комисије	13.05.2021.		
Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Драгослав Јаношевић, редовни професор у пензији	председник, ментор	
	Транспортна техника и логистика (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
2.	др Горан Петровић, ванредни професор	члан	
	Транспортна техника и логистика (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
3.	др Радомир Ђокић, доцент	члан	
	Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика (Ужа научна област)	Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука (Установа у којој је запослен)	
4.	др Предраг Милић, доцент	члан	
	Транспортна техника и логистика (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
5.	др Весна Јовановић, доцент	члан	
	Транспортна техника и логистика (Ужа научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	

У Нишу, Новом Саду и Крушевцу:

мај 2021. године