

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање ванредног професора на одређено време од пет година са пуним радним временом, за ужу научну област Производно машинство

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета бр. 939/3 од 09.07.2020. године, а по објављеном конкурс за избор једног ванредног професора на одређено време од пет година са пуним радним временом за ужу научну област Производно машинство, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу Послови број 898 од 09.09.2020. године, за радно место наставника у звању ванредног професора за ужу научну област Производно машинство, пријавио се један кандидат, и то др Никола Славковић, дипл. инж. маш., доцент Машинског факултета у Београду.

На основу прегледа достављене документације подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А. Биографски подаци

Др Никола Славковић, дипл. инж. маш., рођен је у Чачку, 19. децембра 1981. године. Основну школу је завршио у Гучи, а потом гимназију у Чачку. Машински факултет Универзитета у Београду уписао је школске 2000/2001. године. Дипломирао је 30. јануара 2007. године на смеру за Производно машинство са просечном оценом у току студија 8,50 (осам и 50/100) и оценом 10 на дипломском испиту из предмета Индустријски роботи (ментор: проф. др Драган Милутиновић).

Од марта до септембра 2007. године, радио је у Институту за вирусологију вакцине и серуме Торлак у Београду. Докторске академске студије на Машинском факултету у Београду уписао је школске 2007/2008. године. По упису докторских академских студија је отишао на одслужење војног рока. Стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја, на докторским академским студијама, постао је 2008. године. Докторску дисертацију, под називом „Идентификација, моделирање и компензација грешака услед статичке попустљивости робота за обраду“, одбранио је 16.07.2015. године на Машинском факултету Универзитета у Београду (ментор: проф. др Драган Милутиновић, чланови комисије: проф. др Љубодраг Тановић, проф. др Радован Пузовић, проф. др Милош Главоњић, проф. др Бранислав Боровац).

Од 7. септембра 2009. године је запослен на Катедри за производно машинство Машинског факултета Универзитета у Београду као асистент на предметима: Индустијски роботи, Технологија машинске обраде, Машине алатке и роботи нове генерације и CAD/CAM системи. Од 22. децембра 2015. године засновао је радни однос на Машинском факултету у Београду на одређено време од пет година са пуним радним временом као доцент за ужу научну област Производно машинство. Као доцент, извођач је наставе на предметима мастер академских студија: Индустијски роботи, Машине алатке и роботи нове генерације и Стручна пракса М-ПРО, као и на предметима докторских академских студија: Моделирање и симулација система индустријских робота и Интелигентни индустријски роботи.

У свом свакодневном раду користи софтвере PTC Creo, Autodesk INVENTOR, SolidWorks, Vericut, STEP-NC Machine, Workspace 5, Matlab. Оформио је и одржава сајтове за предмете Индустијски роботи и Стручна пракса М-ПРО. Говори, чита и пише енглески језик и познаје француски језик. Ожењен је и има три ћерке.

A.1 Учешће на пројектима

Као истраживач, учествовао је у реализацији већег броја научних и стручних пројеката у области производног машинства, првенствено из области индустријских робота, реконфигурабилних обрадних система и машина алатки и робота са паралелном кинематиком. Учествовао је у реализацији научно-истраживачких пројеката на Машинском факултету Универзитета у Београду, који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. На основу остварених резултата, током научно-истраживачког рада, објављивао је радове у водећим домаћим и међународним часописима, као и на домаћим и међународним конференцијама које је са успехом саопштавао. Учествовао је у екипи ЕДУМАТ на такмичењу за Најбољу технолошку иновацију у Србији у 2011. години и освојио је награду за четврто место у генералном пласману у категорији реализоване иновације.

У периоду од 2008. до 2010. године учествовао је у реализацији пројекта из програма технолошког развоја TP14034 "Развој технологија вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије". За резултат пројекта, као учесник пројектног тима, добио је и годишњу награду Привредне коморе Београда, и то за техничко унапређење "Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду делова већих габарита са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности", остварено у 2009/2010. години. У периоду од 2011. до 2014. године, са продужетком до краја 2019. године, учествовао је у реализацији пројекта технолошког развоја, TP35022 "Развој нове генерације домаћих обрадних система". Сада учествује у реализацији пројекта технолошког развоја, за период од 01.01.2020. до 31.12.2020. под насловом „Интегрисана истраживања у области макро, микро и нано машинског инжењерства“ – подпројекат TP35022 Развој нове генерације домаћих обрадних система, према уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020 (бр. 451-03-68/2020-14/200105 од 24.01.2020).

A.2 Рецензије међународних часописа

До сада је био ангажован као рецензент научних радова за међународне часописе са SCI листе:

- Robotics and Computer Integrated Manufacturing (2), IF за 2019: 5.057,
- International Journal of Computer Integrated Manufacturing (1), IF за 2019: 2.861.

A.3 Чланства у удружењима, комисијама и радним групама

Члан је ЈУПИТЕР асоцијације. У оквиру ЈУПИТЕР асоцијације, учествовао је у организацији већег броја ЈУПИТЕР конференција, и то као члан Организационог одбора. Био је и технички уредник Зборника радова са ЈУПИТЕР конференције 2010. године. Учествовао је и у организацији XXXIII Саветовања Производног машинства Србије 2009. године, као члан Организационог одбора.

Од осталих активности, у погледу доприноса академској и широј заједници, кандидат је учествовао или учествује у:

- Комисији за Маркетинг студија Машинског факултета Универзитета у Београду, у периоду од 2016. до 2018. године.
- Комисији за станове Фондације за решавање стамбених потреба младих научних радника Машинског факултета Универзитета у Београду, у периоду од 2016. до 2018. године.
- Организацији пријемног испита на Машинском факултету Универзитета у Београду, од 2018. године.
- Оквиру сталне школе иновације знања Машинског факултета за обуку студената за коришћење софтверског пакета Autodesk INVENTOR, у периоду од 2011. до 2014. године и у 2017. години.
- Оквиру Курса за међународне инжењере и технологе заваривања – IWE/IWT од 2016. године, на предмету Индустијски работи.
- Вишегодишњој сарадњи са ЛОЛА институтом у оквиру научних и стручних остварења.
- Спровођењу заједничког студијског програма Машинског факултета и Математичког факултета у Београду, на мастер академским студијама, под називом *Индустрија 4.0*, и то на предмету Роботика и вештачка интелигенција.
- Спровођењу кратког програма академских студија *Увод у студијски програм Индустија 4.0* који заједнички изводе Машински факултет и Математички факултет у Београду, а који је намењен стручном оспособљавању студената и лица са стеченим средњим образовањем ради бољег укључивања у савремене радне процесе. На овом програму академских студија је извођач наставе на предмету Роботика и вештачка интелигенција.

Б. Дисертације

Б.1 Докторска дисертација

- [1] Славковић Никола, *Идентификација, моделирање и компензација грешака услед статичке попустљивости робота за обраду*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 16.7. 2015. (Ментор: проф. др Драган Милутиновић).

В. Наставна активност

В.1 Педагошко искуство

Током асистентског стажа на Машинском факултету Универзитета у Београду, на Катедри за производно машинство, кандидат је учествовао у реализацији свих видова вежби и њиховом иновирању на предметима: Технологија машинске обраде, CAD/CAM системи, Индустијски роботи, Машине алатке и роботи нове генерације. Био је и организатор вежби за предмет Технологија машинске обраде.

На мастер академским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, за стране студенте, изводио је наставу на енглеском језику на предметима: Industrial robots и New Generation of Machine Tools and Robots, у 2015. години.

Од избора у наставничко звање, у периоду од 2015. до 2017. године, држао је аудиторне и лабораторијске вежбе из следећих предмета: Индустијски роботи, Машине алатке и роботи нове генерације, Технологија машинске обраде, CAD/CAM системи, Завршни предмет-CAD/CAM системи.

Од 2017. године је носилац следећих наставних предмета:

- Стручна пракса М-ПРО (МАС - мастер академске студије),
- Моделирање и симулација система индустријских робота (ДАС - докторске академске студије),
- Интелигентни индустријски роботи (ДАС - докторске академске студије),

а извођач је наставе на предметима:

- Индустијски роботи (МАС - мастер академске студије - предавања и вежбе),
- Машине алатке и роботи нове генерације (МАС - мастер академске студије - предавања и вежбе),
- Технологија машинске обраде (ОАС - основне академске студије - вежбе).

Непрекидно је организатор вежби и испита за предмете: Индустијски роботи, Машине алатке и роботи нове генерације и Стручна пракса М-ПРО. Одржава сајтове предмета Индустијски роботи и Стручна пракса М-ПРО.

Кандидат др Никола Славковић је члан Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију Катедре за производно машинство Машинског факултета Универзитета у Београду чији је руководилац проф. др Зоран Миљковић. Учествовао је у усавршавању наставних програма, посебно у развоју лабораторијског рада, кроз израду више учила, која

се користе у извођењу наставе на предметима Катедре за производно машинство, и то: (1) реконфигурабилни обрадни систем за вишеосну обраду на бази робота са системом управљања отворене архитектуре и програмирањем у G-коду, (2) софтвер за off-line компензацију грешака изазваних силама резања при машинској обради коришћењем индустријских робота, (3) DELTA робот за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије, као и монтажу микро компонената, (4) механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, (5) мини лабораторијска и едукациона стона троосна глодалица са паралелном кинематиком, (6) виртуелних робота са серијском и паралелном кинематиком, интегрисаних са системом управљања и програмирања и (7) софтвери за превођење програма написаних према STEP-NC стандарду, као објектно оријентисаног стандарда за програмирање нумерички управљаних машина алатки и обрадних система на бази робота, на G-код и језик за програмирање индустријских робота.

В.2 Уџбеници и помоћна наставна литература

У оквиру наставно-педагошке делатности кандидат је учествовао, као аутор, у писању једне монографије, која ће се користити и у настави, као и у изради помоћне наставне литературе (Handout-a) за предмете: Индустријски роботи и Машине алатке и роботи нове генерације.

Монографија

Славковић Никола, Димић Зоран, *Развој реконфигурабилног обрадног система на бази робота*, Универзитет у Београду, Машински факултет, ISBN 978-86-6060-044-0, Planeta print, Београд, 2020.

В.3 Оцена педагошког рада у студентским анкетама током протеклог изборног периода

Према Извештају Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета у Београду, бр. 946/2 од 07.07.2020. године, оцене студентског вредновања педагошког рада наставника др Николе Славковића, доцента, за период 2015/2016 до 2018/2019 године, дате су у Табелама В.3.1 и В.3.2.

Табела В.3.1 Оцене студентског вредновања педагошког рада по годинама и предметима

Школска година	Предмет	Оцена
2015/2016	Индустријски роботи Машине алатке и роботи нове генерације Технологија машинске обраде CAD/CAM системи	4.97
2016/2017	Машине алатке и роботи нове генерације Стручна пракса М-ПРО Завршни предмет - CAD/CAM системи	4.97
2017/2018	Индустријски роботи Технологија машинске обраде	4.86
2018/2019	Индустријски роботи Машине алатке и роботи нове генерације Технологија машинске обраде Стручна пракса М-ПРО	4.88

Табела В.3.2 Оцене студентског вредновања педагошког рада по предметима за цео период

Период	Предмет	Оцена
Од 2015-2016 до 2018-2019	Индустријски роботи	4.95
	Машине алатке и роботи нове генерације	4.99
	Технологија машинске обраде	4.81
	CAD/CAM системи	4.92
	Стручна пракса М-ПРО	4.96
	Завршни предмет - CAD/CAM системи	4.95

В.4 Резултати у развоју научно-наставног подмлатка

Кандидат, др Никола Славковић, води израду четири мастер рада, од којих су два у фази одбране:

- Јован Д. Миловановић, 1331/2018, *Имплементација модела робота вертикалне зглобне конфигурације у Matlab Simulink окружење*, Универзитет у Београду, Машински факултет и
- Минић З. Александар, 1157/2018, *DELTA робот са управљањем базираним на Arduino платформи*, Универзитет у Београду, Машински факултет,

а два мастер рада су у фази израде. Остварио је завидне резултате у развоју научно-наставног подмлатка и кроз учешће у комисијама за преглед и одбрану мастер радова (13), као и комисији за подношење реферата о теми докторске дисертације, које се односе на меродаван изборни период.

В.4.1 Комисије за преглед и одбрану мастер радова

1. Стефан Г. Петрић, 1206/13, Реконфигурабилне стоне нумерички управљане машине алатке, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Бранко Кокотовић, доц. др **Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 27.01.2016. Одбрана: 01.02.2016. 12.00 у ЗМА. Оцена: 10.
2. Александар В. Милићев, 1347/2011, Методи и машине алатке за процесе брзе израде прототипова, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: проф. др Драган Милутиновић, доц. др **Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: септембар 2016. Одбрана: 28.9.2016. 10.00 у ЗМА. Оцена: 10.
3. Александар Ј. Матковић, 1083/2013, Програмирање и симулација кинематике виртуелне мултифункционалне петоосне машине алатке док ради по задатом програму, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Бранко Кокотовић, доц. др **Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 28.12.2016. Одбрана: 28.12.2016. 10.00 у ЗМА. Оцена: 10
4. Слободан С. Јовановић, 1158/2011, Симулација кинематике троосне машине алатке док ради по задатом програму у CAD/CAM окружењу, на примеру обрадног центра ЛОЛА ХБГ80, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Бранко Кокотовић, доц. др **Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 31.01.2017. Одбрана: 02.2.2017. 11.00 у ЗМА. Оцена: 10

5. Миодраг Д. Маринковић, 1103/2014, Програмирање машина алатки применом протокола STEP-NC на примеру обрадног центра LOLA HMC500, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Бранко Кокотовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 03.07.2017. Одбрана: 11.7.2017. 11.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
6. Радован М. Вукша, 1085/15, Пројектовање и израда прототипа електропнеуматског уређаја за потапање делова у течност, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: проф. др Саша Живановић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Живана Јаковљевић (ментор), Овера студентског одсека: 29.09.2017. Одбрана: 03.10.2017. 13.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
7. Стефан С. Павловић, 1054/16, Управљање записима у моделу ИАТФ 16949:2016 у МПК, Ваљево, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: проф. др Радован Пузовић, **доц. др Никола Славковић**, доц. др Славенко Стојадиновић (ментор), Овера студентског одсека: 04.02.2019. године, одбрана: 13.02.2019. 12.00 у Семинар сали, оцена: 10.
8. Марко Ч. Буркић, 1011/2016, Програмирање и симулација рада виртуелне петоосне машине алатке, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Бранко Кокотовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 18.02.2019. Одбрана: 21.2.2019. 10.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
9. Срђан М. Спариић, 1002/2016, Конфигурисање мултифункционалне машине алатке за брзу израду прототипова, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Михајло Поповић, доц. др Бранко Кокотовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 20.6.2019. Одбрана: 26.6.2019. 10.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
10. Иван Д. Ракић, 1198/2016, Програмирање и верификација програма за обраду на машини за сечење плазмом, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Михајло Поповић, доц. др Бранко Кокотовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 24.6.2019. Одбрана: 26.6.2019. 15.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
11. Мартин М. Потран, 1135/2017, Програмирање нумерички управљаног струга Potisje RH52/CNC, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Михајло Поповић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 11.12.2019. Одбрана: 18.12.2019. 12.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
12. Александар М. Бајић, 1127/2016, Програмирање и симулација кинематике виртуелног стругарског обрадног центра за операције стругања и глодања, Универзитет у Београду, Машински факултет, Комисија: доц. др Бранко Кокотовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 18.12.2019. Одбрана: 25.12.2019. 12.00 у ЦеНТ-у. Оцена: 10.
13. Небојша Д. Дамњановић, 1194/2016, Програмирање машина алатки применом STEP-NC стандарда ISO 10303-238 на примеру НУ стругова, Машински факултет, Комисија: проф. др Радован Пузовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Саша Живановић (ментор), Овера студентског одсека: 30.12.2019. Одбрана: 10. 01.2020. у ЦеНТ-у. Оцена: 10.

В.4.2 Комисија за подношење реферата о теми докторске дисертације

1. Горан Василић, студент докторских студија, Концепцијско пројектовање једне класе комплексних машина алатки, предложени потенцијални ментор проф. др Саша Живановић, предложена комисија: проф. др Саша Живановић, проф. др Радован Пузовић, доц. др Бранко Кокотовић, **доц. др Никола Славковић**, проф. др Слободан Табаковић.

Г. Библиографија научних и стручних радова

Објављени научни и стручни радови, у наставку, подељени су у две групе. У првој групи су радови које је објавио до избора у звање доцента. У другој групи су радови у меродавном изборном периоду, у звању доцента.

Г.1 Библиографија научних и стручних радова пре избора у звање доцента

Г.1.1 Категорија М20

Г.1.1.1 Радови у истакнутом међународном часопису (М22)

- [1] Milutinovic, D., Glavonjic, M, **Slavkovic, N.**, Dimic, Z., Zivanovic, S., Kokotovic, B., Tanovic, Lj.: *Reconfigurable robotic machining system controlled and programmed in a machine tool manner*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol 53, No 9-12, 2011, pp. 1217-1229, DOI: 10.1007/s00170-010-2888-8 (IF 2011: 1.103).
- [2] **Slavkovic N.**, Milutinovic D., Glavonjic M.: *A method for off-line compensation of cutting force-induced errors in robotic machining by tool path modification*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.70, No.9-12, 2014, pp. 2083–2096, ISSN 0268-3768, doi: 10.1007/s00170-013-5421-z (IF 2014: 1.458).

Г.1.1.2 Рад у међународном часопису (М23)

- [3] Slavkovic R., Veg A., Ducic N., **Slavkovic N.**, Baralic J., Milicevic Ivan.: *Rigid Body Dynamics in Optimization of the Machine Tool Vibroisolation*, Tehnicki vjesnik - Technical gazette, Vol.22 No.1, 2015, pp. 87-94, ISSN 1330-3651 (IF 2015: 0.464).

Г.1.1.3 Радови у националном часопису међународног значаја (М24)

- [4] **Slavkovic N.**, Milutinovic D., Kokotovic B., Glavonjic M., Zivanovic S., Ehmann K.: *Cartesian Compliance Identification and Analysis of an Articulated Machining Robot*, FME Transactions, Vol 41, No 2, 2013, pp. 83-95.
- [5] Milutinovic M., **Slavkovic N.**, Milutinovic D.: *Kinematic Modeling of Hybrid Parallel-Serial Five-Axis Machine Tool*, FME Transactions, Vol.41, No.1, 2013, pp. 1-10, ISSN 1451-2092.

Г.1.2 Категорија М30

Г.1.2.1 Саопштења са међународних скупова штампана у целини (М33)

- [6] Milicevic I., Golubovic D., **Slavkovic N.**: *Transformation matrix approach to dynamics of manipulative robots*, Proceedings of 6th International Conference of Research and Development in Mechanical Industry RaDMI 2006, Budva, 13.-17. September, 2006, Section D-25, pp. 1-8.
- [7] Милутиновић, Д., Главоњић, М., Живановић, С., **Славковић, Н.**: *Реконфигурабилни обрадни системи на бази петоосног робота*, 9. Међународна конференција о достигнућима електротехнике, машинства информатике ДЕМИ 2009, Зборник радова, ISBN 978-99938-39-23-1, стр.273-280, Универзитет у Бањалуци, Машински факултет, Бања Лука, 28-29 мај, 2009.
- [8] Milutinovic, D., Glavonjic, M., **Slavkovic, N.**, Kokotovic, B., Milutinovic, M., Zivanovic, S., Dimic, Z.: *Machining robot controlled and programmed as a machine tool*, Proceedings of the 10th Anniversary International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2011, ISBN 978-99938-39-36-1, pp. 863-873, Faculty of Mechanical Engineering Banja Luka, 26-28. May 2011.
- [9] Milutinovic, D., Glavonjic, M., **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S., Kokotovic, B., Dimic, Z.: *Compliance modeling and identification of 5-axis vertical articulated robot for machining applications*, Proceedings of the 34th International Conference on Production Engineering, ISBN 978-86-6055-019-6, pp 381-384, University of Nis, Faculty of Mechanical Engineering, Department for Production, IT and Management, Nis, 28-30. Sept. 2011.
- [10] Milutinovic, D., Glavonjic, M., **Slavkovic, N.**, Dimic, Z., Zivanovic, S., Kokotovic, B.: *Machining robot with low-cost control and programming system*, Proceedings of the 4th International Conference on Manufacturing Engineering ICMEN, ISBN 978-960-98780-4-3, pp.387-396, Thessaloniki - Greece, 3-5 October, 2011.
- [11] Milutinovic, D., Glavonjic, M., **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S., Kokotovic, B., Dimic, Z.: *Compliance analysis of 5-axis vertical articulated machining robot*, Proceedings of the 4th International Conference on Manufacturing Engineering ICMEN, ISBN 978-960-98780-4-3, pp.411-422, Thessaloniki - Greece, 3-5 October, 2011.
- [12] Milutinovic M., **Slavkovic N.**, Milutinovic D.: *Kinematic modeling of the TRICEPT based 5-Axis machine tool*, Proceedings of 11th International Scientific Conference MMA 2012 – Advanced Production Technologies MMA-2012, ISBN 978-86-7892-419-4, pp. 73-78, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Production Engineering, Serbia, September, 2012.
- [13] Milutinovic, D., **Slavkovic, N.**, Kokotovic, B., Milutinovic, M., Zivanovic, S., Dimic, Z.: *Kinematic modeling of reconfigurable parallel robots based on DELTA concept*, Proceedings of the 11th International Scientific Conference MMA 2012 – Advanced Production Technologies, ISBN 978-86-7892-419-4, pp. 259-262, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Production Engineering, Novi Sad, September 2012.

- [14] Zivanović S., Dimić Z., **Slavković N.**, Milutinović D., Glavonjić M.: *Configuring of virtual robot for machining and application in off-line programming and education*, Proceedings of the 1st International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications COMETA 2012, ISBN 978-99938-655-4-4, pp.125-132, University of East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering, Jahorina, B&H, Republic of Srpska, 28-30. November 2012.
- [15] Milutinovic, D., **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S., Glavonjic, M.: *Low-cost control and programming system for five-axis machining by articulated robots with 5 and 6 dof*, Proceedings of the 5th International Conference on Manufacturing Engineering ICMEN, ISBN 978-960-98780-9-8, pp.133-142, Thessaloniki - Greece, 1-3 October, 2014.
- [16] Zivanovic, S., Glavonjic, M., Milutinovic, D., **Slavkovic, N.**: *Programming methods for mini laboratory and desktop 3-axis parallel kinematic milling machine*, Proceedings of the 5th International Conference on Manufacturing Engineering ICMEN, ISBN 978-960-98780-9-8, pp.153-162, Thessaloniki - Greece, 1-3 October, 2014.

Г.1.3 Категорија М50

Г.1.3.1 Рад у врхунском часопису националног значаја (М51)

- [17] **Slavković N.**, Živanović S., Milutinović D., Glavonjić M.: *Compliance Analysis of an Articulated Machining Robot*, Strojarstvo: Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering, Vol 54, No3, ISSN 0562-1887, 2012, pp. 229-235. (Напомена: Часопис Strojarstvo: Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering је у време подношења рада био на SCI листи категорије М23, IF 2010: 0.222)

Г.1.3.2 Радови у истакнутом националном часопису (М52)

- [18] Живановић, С., Главоњић, М., Милутиновић Д., **Славковић Н.**, Димић З.: *Развој прототипа мини лабораторијске и едукационе стоне троосне глодалице са паралелном кинематиком*, ТЕХНИКА: Часопис савеза инжењера и техничара Србије, ISSN 0040-2176, Техника-Машинство 63, Број 3, Година LXIX 2014, стр. 438-445.
- [19] Živanović, S., Milutinovic, D., **Slavkovic, N.**, Dimic, Z.: *Testing and programming mini laboratory and desktop 3-axis parallel kinematic milling machine*, Journal of Production Engineering, ISSN 1821-4932, Vol 18, No 1, 2015, pp. 43-46.

Г.1.3.3 Радови у националном часопису (М53)

- [20] Milutinovic M., **Slavkovic N.**, Milutinovic D.: *Kinematic modeling of the TRICEPT based 5-axis machine tool*, Journal of Production Engineering, ISSN 1821-4932, Vol.15, No.2, 2012, pp. 41-46. (Напомена: Овај рад је објављен на 11th International Scientific Conference MMA 2012. – то је рад [12]. Од стране организатора Конференције је изабран за публикавање у часопису Journal of Production Engineering.)

- [21] Milutinovic, D., **Slavkovic, N.**, Kokotovic, B., Milutinovic, M., Zivanovic, S., Dimic, Z.: *Kinematic modeling of reconfigurable parallel robots based on DELTA concept*, Journal of Production Engineering, ISSN 1821-4932, Vol 15, No 2, 2012, pp. 71-74. (Напомена: Овај рад је објављен на 11th International Scientific Conference MMA 2012. – то је рад [13]. Од стране организатора Конференције је изабран за публикавање у часопису Journal of Production Engineering.)

Г.1.4 Категорија М60

Г.1.4.1 Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини (М61)

- [22] Милутиновић, Д., Главоњић, М., Тановић, Љ., Бојанић, П., Пузовић, Р., Живановић, С., Кокотовић, Б., Поповић, М., **Славковић, Н.**, Младеновић, Г.: *Резултати истраживања и развоја нове генерације обрадних система*, 37. ЈУПИТЕР конференција, Уводни рад, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-724-9, стр. УР51-УР64, Машински факултет, Београд, мај 2011.
- [23] Тановић, Љ., Бојанић, П., Главоњић, М., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Кокотовић, Б., Поповић, М., Живановић, С., **Славковић, Н.**, Младеновић, Г., Стојадиновић, С.: *Развој нове генерације домаћих обрадних система – резултати истраживања за 2011. годину*, 38. ЈУПИТЕР конференција, Уводни рад, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-757-7, стр. УР76- УР.95, Машински факултет, Београд, мај 2012.

Г.1.4.2 Саопштења са скупова националног значаја, штампана у целини (М63)

- [24] Милутиновић, Д., Главоњић, М., Живановић, С., Димић, З., **Славковић, Н.**: *Развој реконфигурабилног обрадног система на бази робота*, 33. Саветовање производног машинства СРБИЈЕ 2009 са међународним учешћем, Зборник радова ISBN 978-86-7083-662-4, стр. 151-155, Машински факултет Београд, Катедра за производно машинство, Београд, 16-17.06. 2009.
- [25] Тановић, Љ., Бојанић, П., Милутиновић, Д., Главоњић, М., Пузовић, Р., Кокотовић, Б., Живановић, С., Поповић, М., **Славковић, Н.**, Младеновић, Г.: *Развој технологија вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије – Рекапитулација резултата на пројекту МА14034*, 35. ЈУПИТЕР конференција, 31. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-666-2, стр.3.39-3.52, Машински факултет, Београд, јун 2009.
- [26] Милутиновић, Д., Главоњић, М., **Славковић, Н.**, Димић, З., Живановић, С., Кокотовић, Б., Тановић, Љ.: *Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду*, 36. ЈУПИТЕР конференција, 32. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-696-9, стр.3.11-3.21, Машински факултет, Београд, мај 2010.
- [27] Стојадиновић С., **Slavković N.**, Milutinović D.: *Off-line programiranje i simulacija ćelije na bazi robota "MITSHUBISHI MOVEMASTER RV-M1"*, 36. JUPITER konferencije, 32. simpozijum NU-Roboti-FTS, Zbornik radova, ISBN 978-86-7083-696-9, str. 3.64-3.69, Mašinski fakultet, Beograd, maj 2010.

- [28] Милутиновић, Д., **Славковић, Н.**, Кокотовић, Б., Димић, З., Главоњић, М., Живановић, С.: *Нови приступ кинематичког моделирања као основа за развој домаћег DELTA робота*, 38. ЈУПИТЕР конференција, 34. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-757-7, стр. 3.104-3.111, Машински факултет, Београд, мај 2012.
- [29] Живановић С., Главоњић М., Милутиновић Д., **Славковић Н.**, Димић З., Квргић В.: *Едукациони систем едумат за програмирање CNC машина алатки*, Национална конференција са међународним учешћем Реинжењеринг пословних процеса у образовању РППО13, Зборник радова, ISBN 978-86-7776-143-1, COBISS.SR-ID 201025804, стр. 298-305, Факултет техничких наука у Чачку, 20-22. Септембар 2013.
- [30] Kokotović B., **Slavković N.**: *Verifikacije procedure predikovanja sila pri obradi cilindričnim vretenastim glodalima*, 39. JUPITER konferencije, 35. simpozijum NU-Roboti-FTS, Zbornik radova, ISBN 978-86-7083-838-3, str. 3.67-3.74, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, oktobar 2014.
- [31] Милутиновић, Д., Димић, З., Живановић, С., **Славковић, Н.**: *Управљање и програмирање 6-осног робота за обраду као хоризонталне и/или вертикалне 5-осне машине алатке*, 39. ЈУПИТЕР конференција, 35. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-838-3, стр. 3.96-3.103, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, октобар 2014.
- [32] Милутиновић, Д., Живановић, С., **Славковић, Н.**: *Улога и значај реверзног инжењерства и брзе израде прототипова у одржавању*, XL научно стручни скуп одржавање машине и опреме, ОМО 2015, Зборник радова, ISBN 978-86-84231-39-2, стр. 142-147, Институт за истраживања и пројектовања у привреди, Београд-Будва, 18.-26. јун 2015.

Г.1.5 Категорија М70

Г.1.5.1 Одбрањена докторска дисертација

- [33] **Славковић, Н.**: *Идентификација, моделирање и компензација грешака услед статичке попустљивости робота за обраду*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 16.7. 2015. (Ментор: проф. др Драган Милутиновић)

Г.1.6 Категорија М80 – Техничка решења

Г.1.6.1 Нови производ или технологије (М81)

- [34] Милутиновић, Д., Главоњић, М., **Славковић, Н.**, Димић, З., Кокотовић, Б., Живановић, С.: *Реконфигурабилни обрадни систем на бази робота за вишеосну обраду делова већих габарита са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности*, Техничко решење М81, Машински факултет, Београд, 2009.

Г.1.6.2 Нови производ, индустријски, лабораторијски прототип (М82)

- [35] Главоњић М., Милутиновић Д., Квргић В., Живановић С., Димић З, **Славковић, Н.**: *Мини лабораторијска и едукациона стона троосна глодалица са паралелном кинематиком*, Техничко решење (Нови производ, М82), Машински факултет Београд, 2012.

- [36] Милутиновић Д., **Славковић, Н.**, Кокотовић Б., Димић З., Главоњић М., Милутиновић М., Живановић С.: *Паралелни DELTA робот за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије и монтажу микро компонента*, Техничко решење (Индустријски прототип, М82), Машински факултет Београд, 2012.
- [37] Милутиновић, Д., Кокотовић, Б., **Славковић, Н.**, Живановић, С.: *Механизам активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине*, Техничко решење (Нови производ М82), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2014.

Г.1.7 Учесће у научно-истраживачким пројектима

Г.1.7.1 Учесће у домаћим пројектима

- Пројекат технолошког развоја финансиран од МПНТР Републике Србије, од 2008. до 2010. Развој технологије вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије - ТР - 14034, Машински факултет, Београд - руководиоца: Љ. Тановић.
- Пројекат технолошког развоја финансиран од МПНТР Републике Србије, за период од 2011. до 2014. са продужетком до краја 2015. године, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-35022.

Г.1.7.2 Списак елабората и извештаја научно-истраживачких пројеката

- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Главоњић, М., Живановић, С., **Славковић, Н.**, и други, Развој технологија вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије, ТР-14034, Годишњи извештај (април 2008 - април 2009), Машински факултет Београд, Мај 2009.
- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Главоњић, М., Живановић, С., **Славковић, Н.**, и други, Развој технологија вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије, ТР-14034, Завршни извештај (Период реализације пројекта: 01/04/2008-31/03/2010), Машински факултет Београд, 2010.
- Тановић, Љ., Бојанић, П., Главоњић, М., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Кокотовић, Б., Живановић, С., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-35022, Годишњи извештај: Резултати пројекта по активностима и фазама у 2011. години, Машински факултет Београд, 2011.
- Тановић, Љ., Бојанић, П., Главоњић, М., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Кокотовић, Б., Живановић, С., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-35022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2012. до 31.12.2012., Машински факултет, Београд, 2012.
- Тановић, Љ., Бојанић, П., Главоњић, М., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Кокотовић, Б., Живановић, С., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-35022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2013. до 31.12.2013., Машински факултет, Београд, 2013.
- Тановић, Љ., Бојанић, П., Главоњић, М., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Кокотовић, Б., Живановић, С., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-35022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2014. до 31.12.2014., Машински факултет, Београд, 2014.

Г.2 Библиографија научних и стручних радова у меродавном изборном периоду, објављених после избора у звање доцента

Г.2.1 Категорија М10

Г.2.1.1 Рад у тематском зборнику водећег међународног значаја (М13)

- [1] Stojadinovic, S., Zivanovic, S., **Slavkovic, N.**: *Verification of the CMM Measuring Path Based on the Modified Hammersly's Algorithm*, International Conference on Measurement and Quality Control - Cyber Physical Issue IMEKOTC14 2019: Proceedings of the 12th International Conference on Measurement and Quality Control - Cyber Physical Issue, Springer Nature Switzerland AG 2019, V. D. Majstorovic and N. Durakbasa (Eds.), pp. 25–38, 2019., DOI: 10.1007/978-3-030-18177-2_3.

Г.2.2 Категорија М20

Г.2.2.1 Рад у врхунском међународном часопису (М21)

- [2] Zivanovic, S., **Slavkovic, N.**, Milutinovic, D.: *An approach for applying STEP-NC in robot machining*, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol 49, 2018, pp. 361–373, DOI: 10.1016/j.rcim.2017.08.009 (IF 2018: 4.392).

Г.2.2.2 Радови у истакнутом међународном часопису (М22)

- [3] **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S., Milutinovic, D.: *An indirect method of industrial robot programming for machining tasks based on STEP-NC*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, ISSN: 0951-192X (Print) 1362-3052 (Online), Vol 32, No 1, 2019, pp.43-57, DOI: 10.1080/0951192X.2018.1543952 (IF 2019: 2.861).
- [4] **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S., Kokotovic, B., Dimic, Z., Milutinovic, M.: *Simulation of compensated tool path through virtual robot machining model*, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Vol 42, 374, 2020, DOI: 10.1007/s40430-020-02461-9 (IF 2019: 1.755).

Г.2.2.3 Рад у међународном часопису (М23)

- [5] Vorkapic, N., Pjevic, M., Popovic, M., **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S.: *An additive manufacturing benchmark artifact and deviation measurement method*, Journal of Mechanical Science and Technology, Vol 34, No 7, 2020, pp. 3015-3026, DOI: 10.1007/s12206-020-0633-2 (IF 2019: 1.345).

Г.2.2.4 Радови у националном часопису међународног значаја (М24)

- [6] **Slavkovic, N.**, Dimic, Z., Zivanovic, S., Milutinovic, M.: *Kinematic Modeling of 5-axis Horizontal Milling Machine Emulated from Vertical Articulated Robot*, FME Transactions, ISSN 1451-2092, Vol 46, No 1, 2018, pp. 46-56, DOI: 10.5937/fmet1801046S.
- [7] Zivanovic S., Popovic, M., Vorkapic, N., Pjevic, M., **Slavkovic N.**: *An Overview of Rapid Prototyping Technologies using Subtractive, Additive and Formative Processes*, FME Transactions, ISSN 1451-2092, Vol 48, No 1, 2020, pp. 246-253, DOI:10.5937/fmet2001246Z.

Г.2.3 Категорија М30

Г.2.3.1 Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (М31)

- [8] Živanović, S., **Slavković, N.**: *APPLICATION OF THE STEP-NC STANDARD ISO 10303 AP238 FOR TURNING OPERATIONS*, 13th International Scientific Conference MMA 2018 – Flexible Technologies, Invited paper, Proceedings, ISBN 978-86-6022-094-5, pp. 49-52, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Production Engineering, Novi Sad, 28.-29. September 2018.

Г.2.3.2 Саопштења са међународних скупова штампана у целини (М33)

- [9] Živanović S., **Slavković, N.**, Kokotović, B., Milutinović, D.: *Machine simulation of virtual reconfigurable 5 axis machine tool when machine working according to the running program*, Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications COMETA 2016, ISBN 978-99976-623-7-8, pp.207-214, University of East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering, Jahorina, B&H, Republic of Srpska, 7-9. December 2016.
- [10] Zivanovic, S., **Slavkovic, N.**, Milutinovic, D., Dimic, Z.: *Configuring of virtual 5-axis hybrid kinematic milling machine*, Proceedings of the 13th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2017, ISBN 978-99938-39, pp. 29-36, University of Banjaluka, Faculty of Mechanical Engineering, 26-27 May, 2017.
- [11] **Slavkovic, N.**, Zivanovic, S., Milutinovic, D., Kokotovic, B.: *Robot machining simulation in STEP-NC machine environment*, Proceedings of the 13th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2017, ISBN 978-99938-39, pp 43-50, University of Banjaluka, Faculty of Mechanical Engineering, 26-27 May, 2017.
- [12] Milutinovic, M., **Slavkovic, N.**, Kokotovic, B., Milutinovic, D., Zivanovic, S.: *Generalized kinematic modelling approach for reconfigurable parallel robots and machine tools based on delta concept*, Proceedings of the 6th International Conference on Manufacturing Engineering ICMEN 2017, ISBN 978-618-80878-4-2, pp.31-40, Thessaloniki - Greece, 5-6 October, 2017.
- [13] Zivanovic, S., **Slavkovic, N.**, Dimic, Z., Vasilic, G., Puzovic, R., Milutinovic, D.: *Virtual machine tools and robots for machining simulation based on STEP-NC program*, Proceedings of 6th International Conference on Manufacturing Engineering ICMEN 2017, pp.41-51, Thessaloniki - Greece, 5-6 October, 2017. ISBN: 978-618-80878-4-2.

Г.2.3.3 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (М34)

- [14] Stojadinovic, S., Zivanovic, S., **Slavkovic, N.**: *CAI Verification of the Measuring Path for CMM Inspection*, International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies, CNN TECH 2020 - The Book of Abstracts, ISBN 978-86-6060-042-6, pp. 44, Zlatibor, Serbia, July, 2020.

Г.2.4 Категорија М40

Г.2.4.1 Монографија националног значаја (М42)

- [15] **Славковић, Н.**, Димић, З.: *Развој реконфигурабилног обрадног система на бази робота*, Универзитет у Београду, Машински факултет, ISBN 978-86-6060-044-0, Planeta print, Београд, 2020.

Г.2.5 Категорија М50

Г.2.5.1 Рад у врхунском часопису националног значаја (М51)

- [16] Živanović S., **Slavković, N.**, Kokotović, B., Milutinović, D.: *Machining simulation of virtual reconfigurable 5 axis machine tool*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara, International Journal of Engineering, ISSN: 1584-2665 [print online], Vol XV, No 2, pp.189-194, May 2017.

Г.2.6 Категорија М60

Г.2.6.1 Саопштења са скупова националног значаја, штампана у целини (М63)

- [17] **Славковић, Н.**, Милутиновић, Д., Живановић, С.: *Метод компензације грешака изазваних силама резање при обради роботима*, 40. ЈУПИТЕР конференција, 36. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-893-2, стр. 3.39-3.46, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 17-18. мај 2016.
- [18] Живановић, С., Кокотовић, Б., **Славковић, Н.**, Милутиновић, Д.: *Конфигурисање мултифункционалних и реконфигурабилних машина алатки и методи за њихово програмирање и верификацију програма обраде*, 40. ЈУПИТЕР конференција, 36. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-893-2, стр. 3.55-3.62, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 17-18. мај 2016.
- [19] Живановић, С., **Славковић, Н.**, Милутиновић, Д.: *Методологија програмирања робота за обраду на бази STEP-NC протокола*, 41. ЈУПИТЕР конференција, 37. симпозијум НУ-Роботи-ФТС, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-978-6, стр. 3.60-3.67, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд, 05-06. јун 2018.

Г.2.7 Категорија М80 - Техничка решења

Г.2.7.1 Ново техничко решење (није комерцијализовано) (М85)

- [20] **Славковић, Н.**, Милутиновић, Д., Живановић, С., Кокотовић, Б., Милутиновић, М.: *Метод компензације грешака изазваних силама резања при обради роботима*, Техничко решење (Нова метода М85), Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.

Г.2.8 Учешће у научно-истраживачким пројектима

Г.2.8.1 Учешће у домаћим пројектима

- Пројекат технолошког развоја финансиран од МПНТР Републике Србије, за период од 2011. до 2014. са продужетком до краја 2019. године, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-35022.

- Пројекат технолошког развоја финансиран од МПНТР Републике Србије, за период од 01.01. 2020. до 31.12.2020. под насловом Интегрисана истраживања у области макро, микро и нано машинског инжењерства подпројекат ТР-35022 Развој нове генерације домаћих обрадних система, према уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020 (бр. 451-03-68/2020-14/200105 од 24.01.2020).

Г.2.8.2 Списак елабората и извештаја научно-истраживачких пројеката

- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Живановић, С., Кокотовић, Б., Поповић, М., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-035022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2015. до 31.12.2015., Машински факултет, Београд, 2015.
- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Живановић, С., Кокотовић, Б., Поповић, М., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-035022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2016. до 31.12.2016., Машински факултет, Београд, 2016.
- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Живановић, С., Кокотовић, Б., Поповић, М., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-035022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2017. до 31.12.2017., Машински факултет, Београд, 2017.
- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Живановић, С., Кокотовић, Б., Поповић, М., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-035022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2018. до 31.12.2018., Машински факултет, Београд, 2018.
- Тановић, Љ., Милутиновић, Д., Мајсторовић, В., Пузовић, Р., Живановић, С., Кокотовић, Б., Поповић, М., **Славковић, Н.**, и други, Развој нове генерације домаћих обрадних система, ТР-035022, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период 01.01.2019. до 31.12.2019., Машински факултет, Београд, 2019.

Д. Приказ и оцена научног рада кандидата

На основу приложене библиографије може се закључити да остварени резултати кандидата др Николе Славковића, током једанаестогодишњег научно-истраживачког и стручног рада на Машинском факултету у Београду где је тренутно запослен, у потпуности припадају ужој научној области производног машинства.

Теме објављених радова кандидата др Николе Славковића обухватају индустријске роботе, машине алатке и роботе са паралелном и хибридном кинематиком, технологију машинске обраде и вишеосне обраде, примену CAD/CAM система у вишеосној обради, објектно програмирање на бази протокола STEP-NC, технологије брзе израде прототипова и симулацију рада мерних машина у CAD/CAM системима. Овде се даје приказ оцене научног рада кандидата, и то прво за период пре избора у звање доцента, а онда и за меродавни изборни период, после избора у звање доцента.

Д.1 Приказ и оцена научног рада кандидата пре избора у звање доцента

Овде ће прво бити описана докторска дисертација, затим радови из категорије М20, а потом остали објављени радови по категоријама, односно редоследу и груписани по темама.

Докторска дисертација [33] полази од значаја примене обрадних система на бази робота за вишеосну обраду делова већих димензија глодањем од мекших материјала ниже и средње класе тачности. Приказан је приступ моделирања статичке попустљивости робота у Декартовом простору, који је омогућио развој експериментално аналитичке методе идентификације попустљивости робота, односно идентификације резултујућих попустљивости зглобова које представљају главне изворе попустљивости робота. С обзиром на могућност да се експериментални робот програмира у G-коду, у раду је приказан и развијени метод off-line компензације статичких грешака изазваних силама резања, који је развијен у циљу побољшања тачности обраде. Резултати, добијени након експерименталне верификације алгорита компензације, су показали да се применом развијеног метода компензације грешака може остварити задата тачност обраде глодањем у очекиваним границама за роботе.

У раду [1] је приказан развијени реконфигурабилни обрадни систем на бази робота вертикалне зглобне конфигурације. Реконфигурабилни обрадни систем је развијен на основу кинематичког модела робота и развијеног система управљања отворене архитектуре и програмирања у G-коду. Овакав обрадни систем на бази робота користи постојеће CAD/CAM системе па је у пракси директно применљив од стране програмера и оператера који имају искуства у CNC технологији и програмирању G-кодом.

У раду [2] се разматра побољшање тачности обраде робота кроз компензацију грешака обраде глодањем насталих услед статичке попустљивости робота. Развијени приступ моделирања статичке попустљивости робота и идентификоване резултујуће попустљивости зглобова уз механистички модел сила резања су представљале основу за развој метода off-line компензације статичких грешака изазваних силама резања за роботе програмиране G-кодом.

Рад [3] приказује анализу динамике машине алатке ослоњене на флексибилне ослонце. Анализа је базирана на динамици крутих тела и омогућава избор оптималне конфигурације ослањања машина алатки. У раду је дата анализа динамике флексибилно ослоњене машине алатке у реалним условима. Теоријски и рачунски резултати су потврђени мерењем на машини алатки одговарајућом мерном опремом.

У раду [4] је детаљно представљен метод експериментално-аналитичке идентификације и анализе попустљивости у целокупном радном простору 5-осног робота за обраду вертикалне зглобне конфигурације емулираног из 6-осног робота. Одређивање попустљивости робота у простору спољашњих координата је извршено мерењем апсолутних помераја врха робота изазваних статичким силама у сва три Декартова правца, из којих су затим одређене попустљивости сваког зглоба. Верификација резултата попустљивости робота је приказана на примеру израде жљеба у алуминијуму мерењем статичке компоненте сила глодања и грешака обраде.

У радовима [5] и [12], односно [20], се разматра 5-осни хибридни Tricert механизам, који се састоји из 3-осног дела са паралелном кинематиком и 2-осног серијског дела. У раду [12],

односно [20], је приказано само кинематичко моделирање 3-осног паралелног дела Tricert механизма, док је у раду [5] приказано кинематичко моделирање и паралелног и серијског дела Tricert механизма. Кинематичко моделирање обухвата аналитичко решавање инверзног кинематичког проблема, комбиновано аналитичко-нумеричко решавање директног кинематичког проблема, извођење аналитичке Јакобијан матрице паралелног дела и анализу радног простора.

У раду [6] је разматран приступ моделирања динамике робота на бази Лагранж-Ојлерове и рекурзивне Њутн-Ојлерове формулације.

У радовима [7], [8], [10], [14], [15], [24], [26] и [31] су, кроз систематски развој приступа кинематичког моделирања робота зглобне конфигурације са 5 и 6 степени слободе, стварани услови за развој генерализованог приступа моделирања робота за обраду, који је представљао основу за развој система управљања отворене архитектуре и програмирања у G-коду. Систем управљања је базиран на PC real-time Linux платформе и EMC2 софтверском систему за управљање машинама алаткама и роботима. Овим је омогућено да се 5-осним и 6-осним роботима вертикалне зглобне конфигурације могу ефикасно емулирати различити типови вертикалних и хоризонталних 5-осних машина алатки. У раду [7] су приказани концепти реконфигурабилних обрадних система на бази 5-осних и 6-осних робота који укључују и додатне трансаторне и обртне осе као и њихове комбинације. У радовима [8] и [10] је поред кинематичког моделирања приказана и детаљна структура система управљања отворене архитектуре и програмирања 5-осног робота вертикалне зглобне конфигурације. У раду [14] је показан развијени виртуелни робот конфигурисан у Python окружењу који је интегрисан са системом управљања, чиме је омогућена како верификација конфигурисаног реалног робота, тако и симулација и верификација програма обраде. У раду [15] су кроз примену генерализованог приступа кинематичког моделирања приказане могућности конфигурисања система управљања 6-осног робота, који емулира хоризонталну и вертикалну 5-осну машину алатку конфигурације (X,Y,Z,A,B). У раду [24] је дата поставка концепта реконфигурабилног обрадног система на бази 6-осног робота домаће производње као и приказ могућности реализованог реконфигурабилног обрадног система заснованог на њему. У раду [26] је приказан развијени метод за анализу облика и димензија радног простора на примеру реконфигурабилног обрадног система на бази робота за случај 3-осне и 5-осне обраде. У раду [31] је приказан систем за управљање и програмирање који омогућава реконфигурисање 6-осног робота у хоризонталну или вертикалну машину алатку у току једног задатка при вишестраној обради сложених делова у једном базирању.

Разматрајући конвенционалне приступе за одређивање попустљивости робота у простору спољашњих координата у радовима [9], [11] и [17] је приказан развијени проширени приступ базиран на експерименталној идентификацији попустљивости зглобова и Јакобијан матрици. Развијени приступ, за разлику од модела који постоје у литератури, не користи инверзну Јакобијан матрицу и омогућава увид у утицај попустљивости сваког зглоба понаособ на попустљивост врха робота у простору спољашњих координата.

У раду [13], односно [21], се детаљно приказује кинематичко моделирање реконфигурабилних паралелних робота базираних на DELTA механизму. Кинематичко моделирање обухвата решавање директног и инверзног кинематичког проблема, израчунавање Јакобијан матрице и одређивање и анализу радног простора DELTA робота

са оснаженим ротационим и транслаторним зглобовима који могу бити вертикални, хоризонтални и коси. У раду [28] је приказан специфичан приступ кинематичког моделирања као основе за градњу домаћег паралелног DELTA робота. Приказани развијени прототип DELTA робота укључује и управљачки систем на бази PC real-time Linux платформе и EMC2 софтверског система.

Радови [16], [18], [19] и [29] се односе на развој и примену мини лабораторијске и едукационе стоне троосне глодалице са паралелном кинематиком. У раду [16] су приказане методе програмирања ове машине конвенционалним приступом, помоћу G кода, или новим, методом објектно оријентисаног програмирања применом стандарда STEP-NC, док је у раду [18] приказана методологија за конфигурисање стоне троосне машине. У раду [19] је приказана методологија за тестирање ове машине, док је у раду [29] ова машина приказана као део система Едумат за едукацију у конфигурисању, програмирању и руковању НУМА.

Радови по позиву [22] и [23] представљају рекапитулацију резултата истраживања са пројекта „Развој нове генерације домаћих обрадних система“ за 2011. и 2012. годину. Рад [22] збирно показује резултате развоја прототипа 3-осне вертикалне глодалице са паралелном кинематиком, едукациону стону троосну глодалицу базирану на истом механизму, као и DELTA робот са паралелном кинематиком. Рад [23] збирно даје прегледе развоја модула за off-line симулацију вишеосне обраде на бази механистичког приступа, модела обрадних система за вишеосну обраду на бази робота и израде стенда за извођење процеса микрорезања.

Рад [25] представља рекапитулацију резултата истраживања са пројекта „Развој технологија вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије“ за 2009. годину, где се даје преглед концепција реконфигурабилног обрадног система на бази робота као и методологије пројектовања призматичних ножева.

У раду [27] се разматра програмирање и симулација виртуелне ћелије са моделом робота MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1 у софтверском систему Workspace 5, развијене на бази кинематичког модела робота.

У раду [30] је примењен механистички модел сила резања и процедура израчунавања тренутних вредности сила глодања, заснован на симулацији обртања алата дискретизоване резне геометрије. Обављена је процедура експерименталне идентификације специфичних сила резања. Познати симулациони модел је унапређен детаљима који се односе на радијално бацање сечива алата и на сложеније мапе захвата. Експериментално је потврђен квалитет представљене процедуре кроз скуп репрезентативних примера обраде.

У раду [32] се анализирају улога и значај реверзног инжењерства и брзе израде прототипова у одржавању кроз примере примене.

Техничко решење [34] се односи на развијени реконфигурабилни обрадни систем на бази домаћег робота LOLA50 за вишеосну обраду делова већих габарита са сложеним естетским и функционалним површинама од мекших материјала средње и ниже класе тачности. Техничко решење [35] се односи на развијени прототип мини лабораторијске и едукационе стоне троосне глодалице са паралелном кинематиком. Техничко решење [36] се односи на развијени и израђени прототип паралелног DELTA робота за паковање производа кондиторске и фармацеутске индустрије и монтажу микро компонената. Техничко решење

[37] обухвата синтезу механизма активног П-зглоба као еквивалента комбинације обртног зглоба и сегмента константне дужине, као и израђени прототип са управљањем.

Д.2. Приказ и оцена научног рада у меродавном изборном периоду

Овде ће прво бити описана монографија, затим радови из категорије M20, а потом остали објављени радови по категоријама, односно редоследу и груписани по темама.

Истраживања приказана у монографији [15] су се односила на развој експерименталног реконфигурабилног обрадног система на бази 6-осног робота вертикалне зглобне конфигурације, кроз решавање проблема сложености програмирања и недовољне крутости робота. Развој обрадног система на бази робота је обухватио: (1) развој метода кинематичког моделирања елементарних обрадних ћелија на бази робота, (2) развој система управљања отворене архитектуре са програмирањем у G-коду, (3) развој виртуелних модела робота, као интегралног дела управљачког система, у објектно-оријентисаном програмском језику Python, (4) развој приступа моделирања статичке попустљивости робота који даје увид у утицај попустљивости сваког зглоба на попустљивост врха робота у Декартовом простору, (5) развој метода off-line компензације грешака обраде насталих услед статичке попустљивости робота под дејством сила резања и (6) развој приступа примене стандарда STEP-NC, новог стандарда за програмирање 5-осних машина алатки, у програмирању и симулацији обрадних система на бази робота.

Радови [2] и [3] представљају једну истраживачку целину која се односи на тему примене развијеног индиректног метода програмирања робота за обраду на бази STEP-NC стандарда као објектно оријентисаног начина програмирања. У њима су дати следећи главни резултати: (1) методологија за програмирање робота за обраду на бази STEP-NC стандарда, (2) конфигурација виртуелних робота у STEP-NC Machine окружењу у циљу верификације генерисаног програма, (3) развој транслятора за превођење STEP-NC програма у програм за обраду у G-коду или у програмски језик за роботе и (4) експериментална верификација успостављене методологије обрадом изабраних пробних делова.

Радови [4], [6] и [17] приказују истраживања на тему унапређења развијеног реконфигурабилног обрадног система на бази робота. Рад [4] приказује развој виртуелног модела обраде роботима у циљу симулације компензоване, односно модификоване, путање алата. Виртуелни модел обраде роботом укључује кинематички модел робота, модел попустљивост робота, механистички модел сила резања и off-line алгоритам компензације грешака обраде. Верификација модификоване путање алата, пре саме обраде роботом, се врши у циљу повећања тачности обраде за задатке глодања. Развијени виртуелни модел обраде роботима је верификован кроз неколико експеримената обраде на стварном роботу. У раду [6] је дата кинематичка анализа реконфигурабилног обрадног система на бази робота који емулира рад петоосне хоризонталне глодалице конфигурације (X,Y,Z,A,B). Кинематичка анализа је обухватила решавање директног и инверзног кинематичког проблема, имплементираних у систем управљања отворене архитектуре, и анализу радног простора. У раду [17] је детаљно приказан развијени метод off-line компензације грешака обраде насталих услед статичке попустљивости робота под дејством сила резања, у циљу побољшања тачности обраде. Развијени метод компензације грешака обраде се врши модификацијом програмиране путање, односно корекцијом G-кода, на основу

предикованих помераја врха алата, насталих услед дејства сила резања, применом развијеног алгоритма за модификацију програмираног линеарног сегмента путање.

Радови [5] и [7] се односе на истраживања у области брзе израде прототипова. Рад [5] представља рад на тему дизајна артефакта као пробног дела за испитивање машина и процеса за додавање материјала, као и метода за одређивање геометријског одступања од референтног модела. Дефинисан је нови тип геометријског артефакта за процену тачности и одступања делова израђених поступком фузионог депоновања материјала и тачности машина за адитивну производњу. Верификација предложеног метода мерења одступања је реализована кроз неколико експеримената израђених артефаката са три дебљине слоја на два различита 3D штампача, при чему су резултати измерених одступања показали релевантност развијене методе мерења које су упоређене са резултатима комерцијалних софтверских пакета. У раду [7] је дат преглед технологија брзе израде прототипова на бази поступака додавања, одузимања и обликовања материјала.

Радови [1] и [14] приказују истраживања која обухватају развој методологије генерисања мерне путање применом измењеног Хамерсли-јевог алгоритма и како њене верификације, у MatLab окружењу, тако и симулацију рада виртуелне мерне машине, конфигуриране у CAD/CAM окружењу, када мерна машина ради по задатом програму.

Радови [8], [11], [13] и [19] приказују истраживања у области примене стандарда STEP-NC у задацима програмирања обраде на машинама алаткама и индустријским роботима. У раду [8] се разматра могућност примене методе програмирања на бази стандарда STEP-NC нумерички управљаних стругова. Метода програмирања је заснована на стандарду ISO 10303-238. У циљу верификације методе програмирања, конфигуриран је виртуелни CNC струг који може интерпретирати STEP-NC програм. Виртуелни струг је интегрисан са софтвером STEP-NC Machine, у коме се након верификације STEP-NC програм може генерисати програм у G-коду. Рад [11] приказује методу програмирања и симулације индустријских робота за обраду коришћењем софтвера STEP-NC Machine. Верификација генерисаних програма је реализована на конфигурираним виртуалним роботима у STEP-NC Machine окружењу кроз неколико примера. У раду [13] је дат преглед истраживања у примени новог стандарда за програмирање обраде на различитим CNC машинама алаткама и индустријским роботима, као и примери примене новог стандарда на конфигурираним виртуелним машинама алаткама и роботима у STEP-NC Machine окружењу. У раду [19] је приказана методологија примене новог стандарда за програмирање машина алатки, ISO 10303-238, за програмирање индустријских робота за обраду. Приказана методологија обухвата програмирање и симулацију индустријских робота у задацима обраде роботима. У оквиру методологије је развијен и транслятор језика који преводи STEP-NC програм у одговарајући језик за програмирање индустријских робота за случај 3-осне обраде. Верификација развијене методологије је извршена прво, кроз симулације на виртуелним роботима конфигурираним у STEP-NC Machine софтверу, а потом и експериментално на расположивим роботима.

Радови [9], [10], [16] и [18] представљају истраживања у области конфигурисања и симулације рада виртуелних машина алатки. У раду [9], односно [16], је приказана виртуелна реконфигурабилна 5-осна машина алатка. Симулација рада машине је реализована у CAD/CAM окружењу, када машина ради по задатом програму на бази CL фајла и у STEP-NC Machine окружењу, када машина ради на бази програма у STEP-NC

формату. У раду [10] је приказан део резултата истраживања добијених током конфигурисања хибридне 5-осне машине алатке која се састоји из 3-осног развијеног паралелног механизма и 2-осног серијског механизма који је постављен на платформа паралелног механизма. Конфигурисан хибридна 5-осна глодалица је верификована успешним генерисањем виртуелне машине која укључује и систем управљања и програмирања заснован на PC real-time Linux платформи и EMC2 софтверу. У раду [18] су показане концепције реконфигурабилних машина алатки, као машина са серијском и као машина са хибридном кинематиком. Разматрани су методи за њихова програмирања на бази G-кода и на бази STEP-NC стандарда. Показана су и окружења за off-line програмирање у изабраном CAD/CAM систему (у G-коду) и софтверу STEP-NC Machine за нови метод програмирања.

У раду [12] је приказан генерализовани приступ кинематичког моделирања паралелних робота на бази DELTA механизма са оснаженим обртним зглобовима при чему полуге на бази могу заузимати произвољне углове у односу на базни координатни систем.

Техничко решење [20] се првенствено односи на програм за компензацију грешака при обради роботима развијен на основу метода off-line компензације грешака обраде насталих услед статичке попустљивости робота под дејством сила резања у MatLab окружењу.

Ђ. Оцена испуњености услова

На основу увида у конкурсни материјал, као и приказа датог у овом реферату, Комисија констатује да кандидат, др Никола Славковић, доцент на Машинском факултету Универзитета у Београду, има:

- Научни степен доктора техничких наука из уже научне области производно машинство, за коју се и бира, стечен на Машинском факултету Универзитета у Београду.
- Једанаестогодишње искуство у педагошком раду са студентима.
- Позитивну оцену педагошког рада, изражену способност и смисао за наставно-педагошки рад које је развијао током рада на Машинском факултету Универзитета у Београду. За период од школске 2015/2016. године до 2018/2019. године, према извештају Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета Универзитета у Београду, оцене студентског вредновања педагошког рада за предмете које предаје су “одличан” (просечна оцена спроведених анкета је 4,93 од максималних 5).
- Седам научних радова публикованих у часописима категорије M20 са SCI листе, од тога 1 рад категорије M21, 4 рада категорије M22 и 2 рада категорије M23, при чему су 4 рада остварена у меродавном изборном периоду.
- Четири рада у категорији M24, публикована у националном часопису међународног значаја FME Transactions, од тога 2 рада у меродавном изборном периоду.
- Један рад у тематском зборнику водећег међународног значаја, објављен у меродавном изборном периоду.
- Три предавања по позиву, од чега је једно предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини из меродавног периода и два предавања по позиву са домаћег скупа штампана у целини пре избора у звање доцента.

- Седamnaест радова саопштених на међународним скуповима (16 штампаних у целини и 1 у изводу), од чега је у изборном периоду 5 штампано у целини и 1 у изводу.
- Дванаест радова саопштених на домаћим скуповима, од чега 3 рада у меродавном изборном, категорије М63.
- Једну монографију националног значаја, на којој је аутор.
- Шест радова публикованих у националним часописима (категирија М50), од тога 1 у меродавном изборном периоду.
- Пет техничких решења, од којих је једно у меродавном изборном периоду.
- Позитивну цитираност и научну препознатљивост на међународном нивоу (према SCOPUS-у кандидат има 101 хетеро цитат, а Хиршов индекс (h) износи 5).
- Остварене резултате у развоју научно-наставног подмлатка (води израду четири мастер рада, члан 13 комисија за преглед и одбрану мастер радова и члан једне комисије за подношење реферата о теми докторске дисертације).
- Учешће на три научно-истраживачка пројекта технолошког развоја, финансираних од стране МПНТР Републике Србије, и једног међународног пројекта.
- Годишњу награду Привредне коморе Београда за техничко унапређење остварено у 2009/2010. години и као члан тима, учешће и освојено четврто место на такмичењу за Најбољу технолошку иновацију НТИ-2011.
- Рецензије у респектабилним међународним часописима са SCI листе, и то у области роботике и производног машинства.
- Чланство у ЈУПИТЕР асоцијацији.
- Допринос у организацији научних скупова активним учешћем кроз: чланство у организационим одборима већег броја ЈУПИТЕР конференције, као и Саветовања производног машинства Србије 2009. године (на скуповима које је организовао Машински факултет у Београду).
- Чланство у Комисији за Маркетинг студија и Комисији за станове Фондације за решавање стамбених потреба младих научних радника Машинског факултета Универзитета у Београду, у периоду од 2016. до 2018. године.
- Ангажовања у оквиру Курса за међународне инжењере и технологе заваривања – IWE/IWT од 2016. године и у оквиру сталне школе иновације знања Машинског факултета за обуку студената за коришћење софтверског пакета Autodesk INVENTOR, у периоду од 2011. до 2014. године и у 2017. години.
- Вишегодишњу сарадњу са ЛОЛА институтом у оквиру научних и стручних остварења.
- Ангажовање у спровођењу заједничког студијског програма Машинског факултета и Математичког факултета у Београду, на мастер академским студијама, под називом *Индустрија 4.0*, као и у кратком програму академских студија *Увод у студијски програм Индустрија 4.0*, на којима је извођач наставе на предмету Роботика и вештачка интелигенција.
- Значајне резултате у унапређењу и одржавању наставе на основним (ОАС), мастер (МАС) и докторским академским студијама (ДАС). Носилац је једног предмета на МАС и два на ДАС. На МАС је изводио и наставу на енглеском језику за стране студенте, и то на два предмета.

Е. Закључак и предлог

На основу прегледа и анализе достављених материјала, Комисија за подношење реферата констатује да кандидат др Никола Славковић, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду, у потпуности испуњава прописане критеријуме за стицање звања наставника на Универзитету у Београду, и то за избор у звање ванредног професора, као и критеријуме предвиђене Законом о високом образовању Републике Србије, Правилником о условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду.

На основу изложеног, Комисија са задовољством предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука да кандидат др **Никола Славковић**, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду, буде изабран у звање **ванредног професора са пуним радним временом на одређено време од 5 година**, за ужу научну област **Производно машинство** на Машинском факултету Универзитета у Београду.

У Београду, 28.09.2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Зоран Миљковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Бојан Бабић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Драган Милутиновић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Саша Живановић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

Др Слободан Табаковић, редовни професор
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука