

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање **доцента** за ужу научну област **Механика**.

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета број **1573/3** од **19.09.2019** године, а по објављеном конкурс за избор једног **доцента** на одређено време од 5 година са пуним радним временом за ужу научну област **Механика** именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“ број 849 од 02.10.2019 године пријавио се један кандидат и то

1. др Петар Мандић, дипл. инж. маш.

На основу прегледа достављене документације подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А. Биографски подаци

Петар Д. Мандић рођен је 06.11.1984 године у Котору, Република Црна Гора. Основну школу и гимназију (природно-математички смер) завршио је у Херцег Новом. Машински факултет Универзитета у Београду уписао је школске 2003/2004. године. Дипломирао је 2011. године са просечном оценом 8,89 (осам и 89/100) и оценом 10 на дипломском испиту из предмета Механика робота. Дипломске студије завршио је по старом наставном плану и програму.

Докторске студије уписао је школске 2011/2012. године на Машинском факултету Универзитета у Београду, а завршио са просечном оценом 9,86, одбранивши докторску тезу под насловом „*Напредно моделовање сложених роботских система и механизма и примена модерних закона управљања*“ 09.септембра 2019.

Од 19.12.2011. до 05.03.2014. године био је запослен на Машинском факултету Универзитета у Београду као истраживач сарадник, на научном пројекту ТР 33047 Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије под називом "Интелигентни системи управљања климатизације у циљу постизања енергетски ефикасних режима у сложеним условима експлоатације". Од 06.03.2014. запослен је на Машинском факултету Универзитета у Београду као асистент на Катедри за механику када отпочиње да држи вежбе на Основним академским студијама и Мастер академским студијама.

Учесник је научно-билатералног пројекта између Републике Србије и НР Кине, бр. пројекта 3-12 (2016-2017) као и текућег билатералног пројекта између Републике Србије и Италије, *ADFOCMEDER*, (2019-2021).

Поседује знање енглеског језика на конверзацијском нивоу, италијанског на средњем и немачког језика на основном нивоу. Познаје програмске језике и пакете *Matlab*, *C* програмски језик, *AutoCad*, *Solid Works*, *MS Office*, *TIA Portal*. Члан је Српског друштва за механику, и међународне организације за Теоријску и примењену Механику-*IUTAM*.

Б. Дисертација

Докторска дисертација **др Петра Мандића**, под називом „*Напредно моделовање сложених роботских система и механизма и примена модерних закона управљања*“ (УДК број: 007.52:519.711]:62-551.45(043.3)) припада области Техничких наука, научна област Машинство, ужа научна област Механика. Ментор дисертације био је ред. проф. др Михаило Лазаревић, са Катедре за механику Машинског факултета у Београду.

Рад на овој дисертацији одобрен је одлуком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду бр. 61206-4754/2-17 са седнице одржане 27.11.2017. године. Кандидат је докторску дисертацију успешно одбранио дана 09.09.2019. године пред комисијом у саставу: др Михаило Лазаревић, редовни професор (ментор), Машински факултет Универзитета у Београду, др Александар Обрадовић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, др Зоран Митровић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, др Радиша Јовановић, ванредни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, и др Томислав Шекара, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

В. Наставна активност

За време рада на Машинском факултету Универзитета у Београду, кандидат **др Петар Мандић** је активно укључен у наставни процес Катедре за механику кроз држање аудиторних вежби на следећим наставним предметима, Основне академске студије: Механика 1, Механика 2, Механика 3. На Мастер академским студијама је био ангажован на држању аудиторних и лабораторијских вежби из предмета: Механика робота, Механика М, Биомеханика ткива и органа, Мехатронска роботика. Осим тога, редовно је обављао дежурства на колоквијумима и испитима на којима је био ангажован по задатку Катедре за механику и факултета. Кандидат има вишегодишње искуство у реализацији вежби и изражен смисао за наставно-педагошки рад. Такође, он је показао и велико залагање у успешном извођењу наставе, односно савесно и одговорно је извршавао све предвиђене наставне активности што свакако указује на наставно-педагошку стручност кандидата за обављање дужности наставника на Универзитету.

У складу са тим, а према резултатима анонимне анкете студената, на основу Правилника о студентском вредновању педагошког рада наставника и сарадника Универзитета у Београду, оцењен је високим оценама (4,61-4,97) током асистентског мандата (Извештај Центра за квалитет наставе и акредитацију - ЦКНА Машинског факултета (број 1785/2) од 03.10.2019. године).

По годинама и свим предметима:

Година	Предмет	Средња оцена
2015/2016.	Механика 1 Механика 2 Механика 3 Механика работа Биомеханика ткива и органа	4,84
2016/2017.	Механика 3 Биомеханика ткива и органа	4,76
2017/2018.	Механика 1 Механика 2 Механика М Мехатронска роботика	4,74
2018/2019	Механика 2 Механика 3 Механика М Механика работа	4,74

По предметима за цео период:

Период	Предмет	Средња оцена
2015.-2019.	Механика 1	4,64
	Механика 2	4,68
	Механика 3	4,61
	Механика М	4,82
	Механика работа	4,96
	Мехатронска роботика	4,93
	Биомеханика ткива и органа	4,97

У току досадашњег рада учествовао је како у фази израде, тако и у својству члана комисије за оцену два мастер рада кандидата:

1. Николе Љ. Живковића (наслов рада: *Математичко моделовање и управљање егзоскелетним системом за рехабилитацију*, година: 2018)
2. Стјепка Пишла (наслов рада: *Управљање роботским системом са три степена слободe помоћу ПИД алгоритама применом рачуна нецелог реда*, година: 2018).

Кандидат др Петар Мандић коаутор је следећег приручника за лабораторијске вежбе:

Мехатронска роботика- приручник за лабораторијске вежбе (аутори: Михаило Лазаревић, Петар Мандић), у издању Машинског факултета Универзитета у Београду, година: 2018 (ISBN: 978-86-7083-976-2).

Г. Библиографија научних и стручних радова

Монографије, тематски зборници међународног значаја (M10)

Рад у тематском зборнику међународног значаја (M14)

1. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *Stabilization of inverted pendulum by fractional order PD controller with experimental validation: D-decomposition approach*, in: A. Rodić, T. Borangiu

(Editors.), *Advances in Robot Design and Intelligent Control, RAAD 2016, Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 540, pp. 29–37, Springer, Cham, 2017. (DOI:10.1007/978-3-319-49058-8_4, ISBN 978-3-319-49057-1)

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20)

Рад у врхунском међународном часопису (M21a)

2. **Mandić P.**, Šekara T., Lazarević M., Bošković M., *Dominant pole placement with fractional order PID controllers: D-decomposition approach*, *ISA Transactions*, Vol. 76, pp. 76-86, 2017, ISSN: 0019-0578, IF2016: 3.394, <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2016.11.013>

Рад у истакнутом међународном часопису (M22)

3. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *D-decomposition technique for stabilization of Furuta pendulum: fractional approach*, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences- Technical Sciences*, Vol. 64, No. 1, pp. 189–196, 2016. ISSN: 2300-1917, IF2016: 1.156) DOI: <https://doi.org/10.1515/bpasts-2016-0021>

Рад у националном часопису међународног значаја (M24)

4. **Mandić P.**, Lazarević M., *An application example of Webots in solving control tasks of robotic system*, *FME Transactions*, Vol. 41, No. 2, pp. 153-162, 2013. (ISSN: 1451-2092) https://www.mas.bg.ac.rs/media/istrazivanje/fme/vol41/2/10_pmandic.pdf

Зборници међународних научних скупова (M30)

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

5. Lazarević M., **Mandić P.**, Vasić V., *Some applications of NeuroArm interactive robot and Webots robot simulation tool*, *Proceedings of the 10th International Conference on Accomplishments in Electrical, Mechanical and Informatic Engineering DEMI 2011*, pp. 923-928, Bosnia and Herzegovina, 26. - 28. May, 2011. (ISBN: 978-99938-39-36-1)
6. **Mandić P.**, Lazarević M., *Jedan Primer Primene Webots-a U Rešavanju Zadataka Upravljanja Robotskog Sistema*, *ETAN2012*, RO3.5 pp.1-4, Zlatibor 11-14 June, 2012. (ISBN 978-86-80509-67-9)
7. Lazarević M., Batalov S., Čajić M., **Mandić P.**, *Further results on integer and non-integer order PID control of robotic system*, *XLVIII International scientific conference on information, communication and energy systems and technologies ICEST 2013*, 2, pp. 801-804, Macedonia, 26. - 29. June, 2013. (ISBN: 978-9989-786-89-1)
8. Lazarević M., **Mandić P.**, Latinović T., Thomessen T., *Some Results Of Control And Simulation Of Neuro Arm Robot*, *Proceedings of the 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI 2013*, pp. 1077-1083, Bosnia and Herzegovina, 30. May - 01. June, 2013. (ISBN: 978-99938-39-46-0)

9. **Mandić P.**, Lazarević M., Stojanović S., Ristanović M., *Real Time Fractional Order Control of Rotary Inverted Pendulum*, Proceedings of the 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, pp. 129-134, Vrnjacka Banja, Serbia, 4. - 7. June, 2013. (ISBN: 978-86-909973-5-0)
10. **Mandić P.**, Lazarević M., Stojanović S., Ristanović M., *Real Time Control Of Rotary Inverted Pendulum*, Proceedings of the 11th International conference on accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, pp. 1059-1065, Bosnia and Herzegovina, 30. May - 01. June, 2013. (ISBN: 978-99938-39-46-0)
11. **Mandić P.**, Babić I., Tešanović S., Stojanović S., Ristanović M., Lazić D., *Modeling, Simulation And Control Of Winter Regime Of An Air Conditioning System In A Classroom*, - 44th International HVAC&R Congress, 4-12th December 2013, Belgrade, Serbia, pp.135-143. (ISBN 978-86-81505-69-4)
12. Babić I., Lazić D., **Mandić P.**, Ristanović M., Tešanović S., *Discrete modeling and control of winter regime of an air conditioning system*, XII Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, pp. 200-205, Serbia, 12. - 14. November, 2014. (ISBN: 978-86-6125-117-7)
13. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *Fractional Order PD Control Of Furuta Pendulum: D-decomposition Approach*, International Conference on Fractional Differentiation and its Application ICFDA14, pp. 1-7, Italy, 23. - 25. June, 2014. (ISBN: 978-1-4799-2590-2)
14. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *D-decomposition Method For Stabilization Of Inverted Pendulum Using Fractional Order PD Controller*, Proceedings of the 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, pp. ROI 1.4. 1-6, Serbia, 2. - 5. June, 2014. (ISBN: 978-86-80509-70-9)
15. Lazarević M., **Mandić P.**, *Feedback-feedforward iterative learning control for fractional order uncertain time delay system–PD alpha type*, International Conference on Fractional Differentiation and its Application ICFDA14, pp. 1-6, Italy, 23. - 25. June, 2014. (ISBN: 978-1-4799-2590-2)
16. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *An Algorithm for Stabilization of Linear Control Systems Using Fractional Order PID Controllers*, 4th Mathematical Conference of the Republic of Srpska, pp. 195-208, Trebinje, R. Srpska, 6. - 7. July, 2014. (ISBN: 978-99976-600-3-9)
17. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *Control of the cart pendulum system by using a fractional order PD controller*, Proceedings of the 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, pp. 557 - 562, Banjaluka, R. Srpska, 29. - 30. May, 2015. (ISBN: 978-99938-39-53-8)
18. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., Đurović N., *Stabilization of cart pendulum system by using fractional order PD controller*, Proceedings of the 5th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Arandjelovac, Serbia, 15. - 17. June, 2015. (ISBN: 978-86-7892-715-7)
19. Bošković M., Šekara T., **Mandić P.**, Lazarević M., Govedarica Vidan, *A new design method of PID controller applying pole spectrum and D-decomposition under constraints on performance*, Proceedings of the 14th International Symposium INFOTEH-JAHORINA 2015, pp. 808-812, Jahorina, R. Srpska, 18. - 20. March, 2015. (ISBN: 978-99955-763-6-3)
20. Cvetković B., Lazarević M., Maneski T., **Mandić P.**, Lutovac Budimir, Šekara T., *Data Acquisition Using Single Board Computer Raspberry Pi Model B*, Proceedings of the 21st Information technology conference IT16, pp. 69-72, Žabljak, Montenegro, 29. February - 05. March, 2016. (ISBN: 978-86-85775-18-5)

21. Cvetković B., Lazarević M., Đurović N., **Mandić P.**, *Open-closed loop fractional-order iterative learning control for singular fractional-order system*, International Conference on Fractional Differentiation and its Application ICFDA16, pp. 404-414, Novi Sad, Serbia, 18. - 20. July, 2016. (ISBN: 978-86-7892-830-7)
22. Bučanović Lj., Lazarević M., **Mandić P.**, Šekara T., *Multivariable fractional order PID control of the cryogenic process of mixing of two gaseous air flows: D-decomposition method*, International Conference on Fractional Differentiation and its Application ICFDA16, pp. 903-904, Novi Sad, Serbia, 18. - 20. July, 2016. (ISBN: 978-86-7892-830-7)
23. Bošković M., Šekara T., Rapaić M., Lazarević M., **Mandić P.**, *A novel ARX-based discretization method for linear non-rational systems*, International Conference on Fractional Differentiation and its Application ICFDA16, pp. 343 - 352, Novi Sad, Serbia, 18. - 20. July, 2016. (ISBN: 978-86-7892-830-7)
24. Lazarević M., **Mandić P.**, Djurović N., Šekara T., Lutovac B., *Some electromechanical systems and analogies of mem-systems integer and fractional order*, Proceedings of the 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing, pp.230-233, Montenegro, 12.-16. June, 2016.
25. Šekara T., Bošković M., **Mandić P.**, Lazarević M., Rapaić M., *A new discretization method of PI/PID controller*, Proceedings of the 15th International Symposium INFOTEH-JAHORINA 2016, pp. 768-772, Jahorina, R. Srpska, 16. - 18. Mar, 2016. (ISBN: 978-99955-763-9-4)
26. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., Jovanović R., *Stabilization of the cart pendulum system by fractional order control with experimental realization*, International Conference on Fractional Differentiation and its Application ICFDA16, pp. 415-423, Novi Sad, Serbia, 18. - 20. July, 2016. (ISBN: 978-86-7892-830-7)
27. Bošković M., Rapaić M., Šekara T., **Mandić P.**, Lazarević M., *Pole placement based design of PIDC controller under constraint on robustness*, Proceedings of the 16th International Symposium INFOTEH-JAHORINA 2017, pp. 664-668, Jahorina, R. Srpska, 2017. (ISBN: 978-99976-710-0-4)
28. **Mandić P.**, Lazarević M., Stokić Z., Šekara T., *Dynamic modelling and control design of seven degrees of freedom robotic arm*, Proceedings of the 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, C1d, pp. 1-8, Tara, Serbia, 19. - 21. June, 2017. (ISBN: 978-86-909973-6-7)
29. Lazarević M., Djurović N., Cajić M., Cvetković B., **Mandić P.**, Bučanović Ljubiša, *Feedback PD α type iterative learning control for fractional order human arm support nonlinear system*, Proceedings of the 9th European nonlinear dynamics conference ENOC2017, Paper ID 353, Budapest, Hungary, 25. – 30. June, 2017. (ISBN: 978-963-12-9168-1)
30. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., Cajić M., Bučanović Lj., *Stabilization of double inverted pendulum system by using a fractional differential compensator*, Proceedings of the 29th Chinese Control And Decision Conference CCDC2017, pp. 1911-1916, Chongqing, China, 28. - 30. May, 2017. (ISBN: 978-1-5090-4656-0)
31. Lazarević M., Cajić M., **Mandić P.**, Šekara T., Hong Guang S., Karličić D., *Multi-mode active vibration control of a nanobeam using a non-square MIMO PID controller*, Proceedings of the 29th Chinese Control And Decision Conference CCDC2017, pp. 57-62, Chongqing, China, 28. - 30. May, 2017. (ISBN: 978-1-5090-4656-0)
32. Bošković M., Šekara T., Lutovac B., Daković M., **Mandić P.**, Lazarević M., *Analysis of electrical circuits including fractional order elements*, Proceedings of the 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO2017, pp. 1-6, Bar, Montenegro, 11. - 15. June, 2017. (ISBN: 978-5090-6742-8)

33. Lazarević M., Đurović N., Cvetković B., **Mandić P.**, Cajić M., *PDalpha Type Iterative Learning Control for Fractional-order Singular Time-delay System*, Proceedings of the 29th Chinese Control And Decision Conference CCDC2017, pp. 1905-1910, Chongqing, China, 28. - 30. May, 2017. (ISBN: 978-1-5090-4656-0)
34. Lazarević M., **Mandić P.**, Cvetković B., Bučanović Lj., Dragović M., *Advanced open-closed-loop PID2 /PID type ILC control of a robot arm*, Innovations in Intelligent Systems and Applications, pp. 1-8, Thessaloniki, Greece, 3. - 5. July, 2018. (ISBN: 978-1-5386-5150-6)
35. Cvetković B., Nešić V., Lazarević M., **Mandić P.**, Marić P., Dragović M., *Advanced hardware control for seven DOFs robotic arm -neuro arm*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering KOD2018, Vol. 393, 1, pp. 1-8, Novi Sad, Serbia, 6. - 8. June, 2018. (DOI: 10.1088/1757-899X/393/1/012110)
36. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., Cvetković B., *Robust PID Control for Robot Manipulators with Parametric Uncertainties*, Proceedings of 5th International Conference IcETRAN 2018, pp. 1054-1059, Palić, Serbia, 11. - 14. June, 2018. (ISBN: 978-86-7466-752-1)
37. Bučanović Lj., Lazarević M., **Mandić P.**, Šekara T., Dragović M., Govedarica V., *Multivariable Control of the Cryogenic Process 2x2 Using a PID Regulator Designed In Relation to the Required Robustness*, Proceedings of the 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA 2018, pp. 444-448, Jahorina, R. Srpska, 21. - 23. March, 2018. (ISBN: 978-99976-710-1-1)
38. Bošković M., Rapaić M., Šekara T., **Mandić P.**, Lazarević M., Cvetković B., Lutovac B., Daković M., *On the Rational Representation of Fractional Order Lead Compensator using Padé Approximation*, Proceedings of the 7th Mediterranean conference on embedded computing MECO2018, pp. 1-4, Budva, Montenegro, 11. - 14. June, 2018. (ISBN: 978-1-5386-5683-9)
39. **Mandić P.**, Lazarević M., *A fractional order viscous friction model in robotic joints*, Proceedings of the 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, pp. 1-2 (C1d), Sremski Karlovci, Serbia, 24. - 26. June, 2019. (ISBN: 978-86-909973-7-4)
40. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., Bošković M., Maione G., *Robust control of robot manipulators using fractional order lag compensator*, Proceedings of the 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, pp. 1-10 (C1c), Sremski Karlovci, Serbia, 24. - 26. June, 2019. (ISBN: 978-86-909973-7-4)
41. Bošković M., Rapaić M., Šekara T., **Mandić P.**, Lazarević M., *A novel method for design of complex compensators in control systems*, Proceedings of the 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA 2019, pp. 382-387, Jahorina, R. Srpska, 2019. (ISBN: 978-99976-710-2-8)

Монографије националног значаја (M40)

Поглавље у књизи M42 (M45)

42. Lazarević M., Vidaković J., Cajić M., **Mandić P.**, *Prilog modeliranju i upravljanju robotskih i adaptronskih sistema*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2014. (ISBN: 978-86-7083-833-8)
43. Lazarević M., **Mandić P.**, Bučanović Lj., *Napredni sistemi upravljanja dinamičkim sistemima: frakcioni pristup*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2017. (ISBN: 978-86-7083-941-0)

Радови у часописима националног значаја (M50)

Рад у часопису националног значаја (M52)

44. Lazarević M., Đurović N., Cvetković B., **Mandić P.**, Bučanović Lj., *Fractional-order iterative learning control for singular fractional order systems*, Scientific Technical Review, Vol. 66, No. 3, pp. 40 - 49, 2016. (ISSN 1820-0206)

Предавања по позиву на скуповима националног значаја (M60)

Предавања по позиву са скупа националног значаја штампано у изводу (M62)

45. **Mandić P.**, Lazarević M., *Stabilization of an Inverted Double Pendulum by Fractional Order Controller: D-decomposition Approach*, 70 years of the Mathematical Institute of SASA, Mini-symposium “Non-Linear Dynamics with Applications in Engineering Systems”, pp. 11-12, Serbia, 26. - 26. October, 2016. (ISBN: 978-86-7746-623-7)
46. **Mandić P.**, Lazarević M., Šekara T., *Stabilization control of inverted pendulum systems by fractional order PD controller based on D-decomposition technique*, Mini-symposium “Fractional calculus with applications in problems of diffusion, control and dynamics of complex systems”, Serbia, 13. July, 2016. (ISBN: 978-86-7746-613-8)

Учешће у научноистраживачким пројектима финансираним од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

1. „*Интелигентни системи управљања климатизације у циљу постизања енергетски ефикасних режима у сложеним условима експлоатације*“. Пројекат се финансира од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Шифра пројекта TP 33047. Руководилац пројекта је проф. др Драган Лазих. Кандидат је активни учесник на пројекту од 2011 до данас.
2. “*Fractional order control and modeling of mechanical behavior of nanomaterials and nanostructures*“, Акроним: FOCMNANOM, научно-билатерални пројекат између Републике Србије и НР Кине, бр. пројекта 3-12 (2016-2017).
3. “*Advanced Robust Fractional Order Control of Dynamical Systems: New Methods for Design and Realization*“, Акроним: ADFOCMEDER, текући билатерални пројекат између Републике Србије и Италије, (2019-2021).

Д. Приступно предавање

У складу са Правилником о извођењу приступног предавања при избору у звање наставника на Машинском факултету Универзитета у Београду, у сали 104 на Машинском факултету дана 06. новембра 2019. године, у периоду од 13:00 до 13:45 часова, кандидат др Петар Мандић, дипл. инж. маш., одржано је приступно предавање на тему „*О различитим методама за формирање диференцијалних једначина кретања система крутих тела*“. Комисија за оцену приступног предавања, у саставу: проф. др Михаило Лазаревић, проф. др Александар Обрадовић, проф. др Зоран Митровић, проф. др Наташа Тришовић и проф. др Томислав Шекара, Електротехнички факултет Универзитета у Београду, недвосмислено је закључила да је кандидат на јасан, ефектан и стручан начин изложио садржај предавања, дајући уводне напомене за задату тему и доказавши еквивалентност различитих принципа у циљу формирања диференцијалних једначина кретања. Кандидат је показао да добро влада датом материјом, познаје и користи актуелну и релевантну литературу, и на разумљив начин презентује садржај предавања. Кандидат је уз одговарајући дидактичко-методички приступ реализовао приступно предавање у потпуности са структуром предвиђеног садржаја.

Комисија је, кроз коначан закључак о реализованом приступном предавању, оценила излагање Петра Мандића просечном оценом 5 (пет).

Ђ. Приказ и оцена научног рада кандидата

Кандидат др Петар Мандић је током докторских студија и досадашњег рада на Катедри за механику показао кроз публиковане научне радове да се са успехом може бавити различитим темама из области механике и роботике.

Кандидат је остварио значајне резултате у области динамике система крутих тела, са посебним освртом на управљање и анализу стабилности роботских система типа отвореног кинематичког ланца и механизма. Притом, посебна пажња је посвећена примени теорије рачуна нецелобројног реда (фракционог рачуна), која представља савремен и модеран приступ решавања проблема у наведеним областима истраживања. Кандидат је успешно користио аналитичке и нумеричке методе за моделовање и управљање разматраних класа механичких система који су представљени одговарајућим системом крутих тела. Као резултат рада кандидат је публиковао у међународним часописима један рад категорије M21a, један рад из категорије M22, као и један рад у тематском зборнику међународног значаја (M14).

У раду [1] дат је и разматран математички модел ротационог и транслаторног инверзног клатна. За управљање датим објектима коришћен је пропорционално-диференцијални регулатор фракционог (нецелобројног) реда, а добијени теоријски резултати потврђени су експериментом на лабораторијском моделу инверзног клатна. Показано је да примена предложеног управљачког система фракционог реда резултује бољим перформансама система, тј. краћим временом смирења и мањим прескоком.

Метода доминантног подешавања полова помоћу фракционог пропорционално-интегрално-диференцијалног регулатора разматрана је у раду [2]. Предност регулатора фракционог реда над класичним контролерима потврђена је симулацијама за велики број модела заступљених у индустријским процесима односно кандидат је ову методу искористио у докторској дисертацији за подешавање параметара робусног управљачког система роботског манипулатора са шест степени слободе. Пројектовани систем одликује се великом робустношћу и даје задовољавајући одзив система и при неноминалним условима рада. Асимптотска стабилност Фурутиног клатна испитивана је у раду [3]. Методом Д-разлагања добијене су области стабилности у параметарској равни за различите параметре фракционог пропорционално-диференцијалног регулатора. Нови резултати укључују приказ домена стабилности у тродимензионалном простору за различите вредности извода фракционог реда.

У радовима [4,6] презентован је софтверски пакет *Webots* за симулацију роботских система. Дат је пример роботског манипулатора са четири степена слободе чији је задатак решавање тзв. *Tower of Hanoi* проблема. Један пример интелигентног управљања заснованог на методи генетских алгоритама примењен на проблему позиционирања роботског система са три степена слободе, дат је у раду [7]. У радовима [5,8] приказане су могућности напредног роботског система који је дат у облику роботске руке са седам степени слободе (*NeuroArm*). Анализиран је проблем позиционирања врха роботске хваталке. Напредни управљачки алгоритми за ротационо инверзно клатно су представљени у радовима [9,10]. Применом фракционог регулатора укупан број подешљивих параметара је већи у односу на класичан регулатор, чиме се могу додатно побољшати карактеристике система са становишта перформанси, робустности итд, што је у овим радовима и показано. Метода Д-разлагања за испитивање стабилности система за случај нелинеарне параметарске зависности разматрана је у раду [13]. Главни допринос у овом раду огледа се у новом алгоритму за одређивање

домена стабилности динамичких система при нелинеарној зависности параметара, с обзиром да у стручној литератури нема пуно радова који се баве овом проблематиком. У радовима [14,16] је разматран проблем одређивања домена стабилности у параметарској равни регулатора фракционог типа, али за случај линеарне параметарске зависности. Увођењем извода фракционог типа, добијени су веће области стабилности у односу на случај примене класичног пропорционално-диференцијалног регулатора, што је приказано и истакнуто у овим радовима.

Теоријски и експериментални подаци стабилизације линеарног инверзног клатна помоћу пропорционално-диференцијалног регулатора фракционог реда разматрани су у радовима [17,18,26,46]. Главни доприноси у овим радовима су следећи: изведен је математички модел лабораторијског инверзног клатна, затим је на основу модела извршена синтеза управљачког система применом управљачког система фракционог реда. Верификација тако добијених теоријских резултата потврђена је њиховим поклапањем у великој мери са резултатима експеримента. Стабилизација и управљање двоструког инверзног клатна применом закона управљања нецелобројног реда испитивана је у радовима [30,45].

Пример ПД-алфа типа итеративног управљања учењем фракционог реда за динамичке системе фракционог реда са временским кашњењем дат је у радовима [15,33]. Метода итеративног управљања учењем П/ПД-алфа типа за сингуларне мехатроничке системе фракционог реда, испитивана је у радовима [21,29,44]. Пример интелигентног итеративног управљања учењем ПИДД²/ПИД типа примењеног на управљање роботске руке са три степена слободе, предмет је рада [34]. У раду [19] дата је једна нова метода пројектовања пропорционално-интегрално-диференцијалног регулатора за задате перформансе система у затвореној спрези применом спектра полова и Д-разлагања. У радовима [23,25,38] је посвећена пажња проблематици ефикасним методама дискретизације ради имплементације нових управљања фракционог типа за роботске системе. Тако је у раду [23] описана је нова метода дискретизације линеарних система описаних нерационалним преносним функцијама користећи тзв. ARX модел идентификације. Метода дискретизације ПИ/ПИД регулатора и добијање рационалне репрезентације фракционог компензатора применом Падеове апроксимације дате су у радовима [25,38].

Управљање роботским манипулатором применом нове хардверске платформе засноване на NanoPi архитектури приказано је у раду [35]. Аквизиција података коришћењем развојних плоча за прикупљање сигнала у реалним условима рада мехатроничких система, као и предности ових система у односу на друге, предмет је истраживања у раду [20]. Пројектовање ПИДЦ регулатора применом методе спектра полова са циљем што бољег потискивања поремећаја динамичких система тема је рада [27]. У раду [41] представљена је нова метода пројектовања сложених компензатора ради добијања одзива роботског система без прескока, што представља један од битних захтева у раду истих. При томе, у оба рада вођено је рачуна о робустности затвореног система увођењем одговарајућих функција осетљивости и ограничавањем њихових максималних вредности.

Управљање и моделовање роботских система предмет је истраживања радова [28,36,39,40]. Представљен је нови модел трења фракционог реда који се јавља у зглобовима роботских система у циљу бољег поклапања експерименталних и нумеричких резултата. Такође, приказане су различите методе пројектовања регулатора целобројног и нецелобројног типа ради добијања што робуснијег система управљања. Посебно је обрађена пажња на добијање одзива роботског система без прескока и при неноминалним условима рада, што је чест и веома битан захтев при решавању проблема позиционирања врха роботске хваталке.

Савремена теорија рачуна нецелобројног реда и примена класичне теорије управљања у задацима управљања роботских, адаптронских и других динамичких система, приказана је у монографијама [42,43].

О мултидисциплинарном ангажовању кандидата сведоче и радови публиковани у области електротехнике и аутоматског управљања пре свега, радови [24,32] у којима је приказано добијање сложених модела (електро-)механичких система, уз примену одговарајућих електро-механичких аналогича мемристора, и рачуна нецелобројног реда у моделирању меморијских елемената, и анализе електричних кола са елементима фракционог типа. Активно управљање вибрацијама једне нано-греде је приказано у раду, [31]. Анализа система климатизације са циљем да се смањи утрошак енергије и да се побољшају динамичке карактеристике објекта дата је у радовима [11,12]. Мултиваријабилно управљање једним мехатроничким криогеним системом, применом фракционог пропорционално-интегралног-диференцијалног регулатора и Д-у разлагања, описано је у радовима [22,37].

Е. Оцена испуњености услова

На основу увида у конкурсни материјал и чињеница наведених у Реферату, Комисија констатује да кандидат **др Петар Мандић, дипл. инж. маш.**, асистент на катедри за механику Машинског факултета Универзитета у Београду има:

- **научни степен доктора техничких наука** из уже научне области Механика за коју се бира, стечен на акредитованом Универзитету (Универзитет у Београду, Машински факултет);
- **одржано** и највишом оценом оцењено **приступно предавање**;
- **изражен смисао за наставно-педагошки рад**, уз **позитивну високу оцену педагошког рада у студентским анкетама** током вишегодишњег одржавања наставе на више предмета Катедре за механику Машинског факултета Универзитета у Београду;
- **један научни рад** у категорији М22;
- **две монографије** националног значаја у категорији М45;
- **стручно-професионални допринос**, а) исказана склоност и способност за научно-истраживачки рад, што је потврђено великим бројем радова саопштених на научним скуповима националног или међународног нивоа (**37** са научно-стручних скупова у категорији М33, 2 предавања по позиву у категорији М62); 35 хетеро цитата (SCOPUS); б) учешће у научно-истраживачким пројекту МПНТР Републике Србије, ТР 33047; ц) члан организационог одбора конгреса Српског друштва за Механику-*The Fifth Congress of Serbian Society of Mechanics*, 2015.
- **Сарадња са другим високошколским, научноистраживачким установама**, учешће у билатералном пројекту између Републике Србије и Италије (2019-2021), односно учествовао је на билатералном пројекту између Републике Србије и Н.Р.Кине (2016-2017).
- чланство у Српском друштву за механику и међународној организацији за Теоријску и примењену Механику- IUTAM.

На основу публикованих резултата истраживања у научним и стручним часописима и зборницима радова научно-стручних конференција, истраживања спроведених у оквиру израде докторске дисертације и научно-истраживачких пројеката, као и резултата остварених у домену педагошких активности, констатује се да професионалне компетенције кандидата **др Петра Мандића** припадају ужој научно-стручној области **Механика**, за коју је расписан предметни конкурс.

Ж. Закључак и предлог

На основу детаљног прегледа конкурсног материјала и увидом у стручне и педагошке способности кандидата, и у сагласности са Законом о високом образовању Републике Србије, Законом о Универзитету Републике Србије, Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду и Критеријумима за стицање звања наставника на Универзитету у Београду, Комисија констатује да кандидат **др Петар Мандић, дипл. инж. маш.**, асистент на Машинском факултету у Београду, испуњава све формалне и суштинске захтеве за избор у звање доцента.

Комисија стога, са посебним задовољством, предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да кандидат **др Петар Мандић, дипл. инж. маш.**, асистент Машинског факултета, буде изабран у звање **доцента** на одређено време од **5 (пет) година** са пуним радним временом за ужу научну област **Механика** на Машинском факултету Универзитета у Београду.

Београд, 22.11.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

др Зоран Митровић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

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

др Наташа Тришовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Томислав Шекара, редовни професор
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет