

## **ИЗБОРНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање ДОЦЕНТА за ужу научну област Производно машинство.

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета број 1940/3 од 15.09.2016. године, а по објављеном конкурс за избор једног **НАСТАВНИКА у звању ДОЦЕНТА** на одређено време од 5 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 692 од 21.09.2016. године пријавила се једна кандидаткиња, др **Милица М. Петровић, маг.инж.маш.**

На основу прегледа достављене документације констатујемо да кандидаткиња, др Милица М. Петровић, испуњава све услове конкурса и подносимо следећи

## **РЕФЕРАТ**

### **А. Биографски подаци**

Др Милица М. Петровић, маг.инж.маш., рођена је 28.08.1986. године у Горњем Милановцу, Република Србија. Основну школу „Сава Керковић“ и гимназију „Хиљаду триста каплара“ у Љигу завршила је са одличним успехом, а за постигнуте резултате је награђена дипломама „Вук Стефановић Караџић“. На Машински факултет Универзитета у Београду уписала се школске 2005/2006. године. Основне академске студије завршила је 2008. године са просечном оценом 9.86 (девет и 86/100) и оценом 10 (десет) на завршном раду (BSc) под насловом „*Анализа могућности примене робоколица у флексибилном технолошком систему за израду лименки*“ из предмета Технологија машинске обраде (ментор проф. др Зоран Миљковић). Школске 2008/2009. године уписала је Мастер академске студије на Катедри за производно машинство, а исте завршила 28. септембра 2010. године са просечном оценом 10 (десет), одбранивши дипломски-мастер рад (MSc) на тему „*Прилог развоју интелигентног технолошког система у домену унутрашњег транспорта базиран на машинском учењу*“ из предмета Интелигентни технолошки системи (ментор проф. др Зоран Миљковић), са оценом 10 (десет). Укупна просечна оцена током студија је 9.93 (девет и 93/100).

Након дипломирања, 5. новембра 2010. године, уписала је Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду (број индекса Д2/10). Током првог семестра Докторских студија утврђени су њени правци научноистраживачког рада на Катедри за производно машинство, да би одлуком број 2135/1 од 04.07.2011. године био озваничен и Програм усавршавања, који се реализовао

под руководством проф. др Зорана Миљковића. Положила је све испите на Докторским студијама Машинског факултета у Београду са просечном оценом 10 (десет). Докторску дисертацију под називом „*Вештачка интелигенција у пројектовању интелигентних технолошких система*“ одбранила је 24.06.2016. године на Машинском факултету Универзитета у Београду пред Комисијом у саставу др Зоран Миљковић, ред.проф. (ментор), др Бојан Бабић, ред.проф., др Милош Главоњић, ред.проф., др Милан Зељковић, ред.проф., др Миодраг Манић, ред.проф.

Награђивана је поводом Дана факултета за изванредан успех постигнут на свим годинама Основних академских студија (шк. 2005/2006, 2006/2007. и 2007/2008. година) и Мастер академских студија (шк. 2008/2009. и 2009/2010. година). Добила је награду за најбољег студента на трећој години Основних студија, првој и другој години Мастер академских студија, као и за најбољег студента на Мастер академским студијама. Добитница је Годишње награде Привредне коморе Београда за најбољи мастер рад студената за школску 2009/2010. годину, као и Признања на 34. Међународном Саветовању производног машинства одржаном 2011. године у Нишу за најбољу презентацију рада младих истраживача (истраживачи млађи од 30 година). Такође, примала је стипендије Министарства просвете Републике Србије (од 2001. до 2009. године), Асоцијације „Seine et Sava“, Париз, Француска (од 2007. до 2011. године), као и стипендије Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Владе Републике Србије – најбољих 1000 студената (шк. 2009/2010. година).

Од 1. јануара 2011. године је запослена на Машинском факултету у Београду, прво као стручни сарадник на научноистраживачком пројекту технолошког развоја „*Иновативни приступ у примени интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснован на еколошким принципима*“, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије (евид. бр. ТР-35004, руководилац пројекта проф. др Бојан Бабић), а затим, од 1. маја 2011. године, и као асистенткиња на Катедри за производно машинство.

Као студенткиња Докторских студија, кроз вишегодишњи рад на научноистраживачком пројекту Технолошког развоја, постала је аутор или коаутор укупно 29 радова објављених у водећим међународним и националним часописима, као и у зборницима радова међународних и националних научних скупова. Истовремено, као аутор или коаутор, реализовала је 8 техничких решења у оквиру научноистраживачког пројекта на којем је учествовала.

Говори, чита и пише на енглеском језику, а поседује и знање руског језика. У свакодневном раду успешно користи следеће програме, програмске језике и софтверске пакете: MS Office (Word, Excel, PowerPoint, Access, Visio), LaTeX, AutoCAD, SolidWorks, MATLAB®, Mathematica, Fortran, AnyLogic, TRIZ, CorelDRAW, Adobe Photoshop, Dreamweaver. Члан је организационог одбора 38., 39. и 40. ЈУПИТЕР конференције, ЈУПИТЕР асоцијације и Комисије за маркетинг студија. Од 01.10.2016. обавља функцију секретара Катедре за производно машинство Машинског факултета Универзитета у Београду.

## **Б. Дисертације**

Докторску дисертацију под називом „*Вештачка интелигенција у пројектовању интелигентних технолошких система*“ одбранила је 24.06.2016. године на Машинском факултету Универзитета у Београду, ментор проф. др Зоран Миљковић, на основу чега јој је 04.07.2016. године издато уверење о стеченом стручном називу Доктор наука – Машинско инжењерство, број 78-16.

## **В. Наставна активност**

Од самог почетка Докторских студија, почевши од зимског семестра школске 2010/2011. године, Милица М. Петровић је активно укључена у наставни процес Катедре за производно машинство Машинског факултета Универзитета у Београду, и то на Основним академским студијама (предмети: *Компјутерска симулација и вештачка интелигенција* и *Технологија машинске обраде*) и Мастер академским студијама (предмети: *Интелигентни технолошки системи*; *Методе одлучивања*;

*Аксиоматске методе* – закључно са школском 2013/2014. годином). Кандидаткиња на овим наставним предметима реализује све видове вежби (аудиторне вежбе, лабораторијске вежбе, преглед самосталних задатака, преглед пројеката). Такође, кандидаткиња учествује и у активностима НИО-Машински факултет у Београду у погледу одржавања лабораторијске опреме, четири комплета мобилних робота *LEGO Mindstorms NXT*, као и *Khepera II – KheIIBase* мобилног робота са додатном опремом (компатибилна камера *CMUcam VISION TURRET–KheCMUCam*; роботска рука *Khepera Gripper Turret* – хватач *KheGrip*).

Према резултатима анонимне анкете студената, а у складу са Правилником о студентском вредновању педагошког рада наставника и сарадника Универзитета у Београду, за педагошки рад је оцењена највишим оценама:

- школска 2010/11. година: Интелигентни технолошки системи – 4.87; Методе одлучивања – 4.98; Компјутерска симулација и вештачка интелигенција– 4.37; Аксиоматске методе – 4.68;
- школска 2011/12. година: Интелигентни технолошки системи – 4.84; Методе одлучивања – 5.00; Компјутерска симулација и вештачка интелигенција– 4.67; Аксиоматске методе – 5.00; Технологија машинске обраде – 4.78;
- школска 2012/13. година: Интелигентни технолошки системи – 4.99; Методе одлучивања – 5.00; Компјутерска симулација и вештачка интелигенција– 4.94; Аксиоматске методе – 4.94; Технологија машинске обраде – 4.93;
- школска 2013/14. година: Интелигентни технолошки системи – 4.83; Методе одлучивања – 4.98; Компјутерска симулација и вештачка интелигенција– 4.79; Аксиоматске методе – 4.85; Технологија машинске обраде – 4.94;
- школска 2014/15. година: Методе одлучивања – 5.00; Компјутерска симулација и вештачка интелигенција– 4.86;

## Г. Библиографија научних и стручних радова

### Г.1 Категорија M20

#### Радови у међународном часопису истакнутих вредности M21a (укупно 1)

- [1] Petrović,M., Vuković,N., Mitić,M., Miljković,Z., **Integration of process planning and scheduling using chaotic particle swarm optimization algorithm**, *Journal Expert Systems with Applications* (ISSN 0957-4174), Vol. 64, pp. 569-588, Elsevier, 1 December 2016. (Available online: 4 August 2016; DOI: 10.1016/j.eswa.2016.08.019), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417416304134> (Science CitationIndex-Web of Science® – IF= 2,981 (2015) → M21a; извор KoBSON)

#### Радови у врхунском међународном часопису M21 (укупно 1)

- [2] Mitić,M., Vuković,N., Petrović,M., Miljković,Z., **Chaotic fruit fly optimization algorithm**, *Knowledge-Based Systems* (ISSN 0950-7051), Vol. 89, pp. 446-458, Elsevier BV, Netherlands, November 2015. (Online\_first published on August 22, 2015 as DOI: 10.1016/j.knosys.2015.08.010), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705115003147> (Science Citation Index-Web of Science® – IF = 3,325 (2015) → M21; извор KoBSON)

Рад под редним бројем [2] цитиран је у међународном часопису истакнутих вредности (M21a) са SCI листе:

Zhang,W., Zhang,Y., Bai,X., Liu,J., Zeng,D., & Qiu,T. (2016). **A robust fuzzy tree method with outlier detection for combustion models and optimization**. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*.

Такође, рад под редним бројем [2] цитиран је у **врхунском међународном часопису** (M21) са SCI листе:

Nseef,S.K., Abdullah,S., Turkey,A., & Kendall,G. (2016). **An adaptive multi-population artificial bee colony algorithm for dynamic optimisation problems.** *Knowledge-Based Systems*, 104, pp. 14-23.

као и у радовима у часопису *Algorithms* и у поглављу *Advances in Swarm Intelligence*:

Gong,C. (2016). **Opposition-Based Adaptive Fireworks Algorithm.** *Algorithms*, 9(3), 43.

Gong,C. (2016, June). **Chaotic Adaptive Fireworks Algorithm.** In *International Conference in Swarm Intelligence* (pp. 515-525). Springer International Publishing.

### **Радови у истакнутом међународном часопису M22 (укупно 2)**

[3] Petrović,M., Mitić,M., Vuković,N., Miljković,Z., **Chaotic particle swarm optimization algorithm for flexible process planning**, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (Print ISSN 0268-3768), Vol. 85 Issue: 9, pp. 2535-2555, Springer-Verlag London Ltd., 2016. (Online ISSN 1433-3015\_Available online: 19 November 2015\_First™ Articles; DOI: 10.1007/s00170-015-7991-4), <http://link.springer.com/article/10.1007/s00170-015-7991-4> (Science Citation Index-Web of Science® – IF = 1.568 (2015) → M22; извор KoBSON)

[4] Miljković,Z., Petrović,M., **Application of modified multi-objective particle swarm optimisation algorithm for flexible process planning problem**, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* (Print ISSN: 0951-192X), *Article in Press*, Taylor & Francis Group, United Kingdom, 2016. (Online ISSN 1362-3052\_Available online: 17 February 2016\_First™ Articles; DOI: 10.1080/0951192X.2016.1145804), <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0951192X.2016.1145804> (Science Citation Index-Web of Science® – IF = 1,319 (2015) → M22; извор KoBSON)

Рад под редним бројем [4] цитиран је у **међународном часопису** (M23) са SCI листе:

Wang,J.F., Kang,W.L., Zhao,J.L., & Chu,K.Y. (2016). **A simulation approach to the process planning problem using a modified particle swarm optimization.** *Advances in Production Engineering & Management*, 11(2), pp. 77-92.

### **Радови у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (укупно 1)**

[5] Petrović,M., Miljković,Z., Babić,B., **Integration of Process Planning, Scheduling, and Mobile Robot Navigation Based on TRIZ and Multi-agent Methodology**, *FME Transactions* (ISSN 1451-2092), New Series, Vol. 41 No. 2, pp. 120-129, (SCOPUS → M24; извор KoBSON), University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, June 2013.

Рад под редним бројем [5], објављен у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком, цитиран је у **врхунском међународном часопису** (M21) са SCI листе:

Chang,Y.S., Chien,Y.H., Yu,K.C., Chu,Y.H., & Chen,M.Y.C. (2016). **Effect of TRIZ on the Creativity of Engineering Students.** *Thinking Skills and Creativity*, 19, pp. 112-122.

Такође, цитиран је и у оквиру **прегледног рада** посвећеног пројектовању технолошких процеса, а објављеног у **истакнутом међународном часопису** (M22) са SCI листе:

Yusof,Y., & Latif,K. (2014). **Survey on Computer-aided Process Planning.** *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 75(1-4), pp. 77-89.

Важан је и цитат у раду саопштеном на престижној **IEEE** конференцији:

Liu,C., Li,Y., Wang,H., & Shen,W. (2015, October). **Process Knowledge Representation Based on Dynamic Machining Features and Ontology for Complex Aircraft Structural Parts**. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 1335-1340). IEEE.

## Г.2 Категорија М30

Саопштења са међународног скупа штампана у целини М33 (укупно 11)

[6] Petrović,M., Mitić,M., Vuković,N., Petronijević,J., Miljković,Z., Babić,B., **Modified Chaotic Particle Swarm Optimization Algorithm for Flexible Process Planning**, The 8<sup>th</sup> International Working Conference "Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches", Published in Conference Proceedings (ISBN 978-86-7083-858-1), pp. 221-228, and in International Journal *Advanced Quality* (ISSN 2217-8538), Vol. 43 No. 3, pp. 25-32, Belgrade, Serbia, 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> June 2015.

**Напомена:** Рад под редним бројем [6] изабран је и објављен у часопису International Journal *Advanced Quality*.

[7] Petronijević,J., Petrović,M., Vuković,N., Mitić,M., Babić,B., Miljković,Z., **Multi-agent modeling for integrated process planning and scheduling**, Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Scientific Conference MMA 2015 - Advanced Production Technologies, pp. 121-124, Novi Sad, Serbia, 25-26 September, 2015.

[8] Vuković,N., Mitić,M., Petrović,M., Petronijević,J., Miljković,Z., **Experimental Evaluation of Growing and Pruning Hyper Basis Function Neural Networks Trained with Extended Information Filter**, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2015), pp. 89-94, Kopaonik, Serbia, 8-11 March, 2015.

[9] Mitić,M., Vuković,N., Petrović,M., Petronijević,J., Diryag,A., Miljković,Z., **Bioinspired metaheuristic algorithms for global optimization**, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2015), pp. 38-42, Kopaonik, Serbia, 8-11 March, 2015.

[10] Petrović,M., Miljković,Z., Vuković,N., Petronijević,J., Babić,B., **Integration of Process Planning and Scheduling using Modified Particle Swarm Optimization Algorithm**, Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN 2014), pp. 109-118, Thessaloniki, Greece, 1-3 October, 2014.

[11] Vuković,N., Miljković,Z., Mitić,M., Petrović,M., Mohamed A. Husen, **Neural extended Kalman filter for state estimation of Automated Guided Vehicle in manufacturing environment**, Proceedings of the 35<sup>th</sup> International Conference on Production Engineering, pp. 331-335, Kopaonik, Serbia, 25-28 September, 2013.

[12] Vuković,N., Miljković,Z., Mitić,M., Petrović,M., **Learning Motion Trajectories of Differential Drive Mobile Robot Using Gaussian Mixtures and Hidden Markov Model**, Proceedings of the Fourth Serbian (29<sup>th</sup> Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, pp. 165-170, Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June, 2013.

[13] Petrović,M., Miljković,Z., Babić,B., **Optimization of Operation Sequencing in CAPP Using Hybrid Genetic Algorithm and Simulated Annealing Approach**, Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Scientific Conference MMA 2012 - Advanced Production Technologies, pp. 285-288, Novi Sad, Serbia, 20-21 September, 2012.

- [14] Petrović,M., Miljković,Z., Babić,B., Vuković,N., Čović,N., **Towards a Conceptual Design of an Intelligent Material Transport Based on Machine Learning and Axiomatic Design Theory**, Proceedings of the 34<sup>th</sup> International Conference on Production Engineering, pp. 389-392, Niš, Serbia, 28-30 September, 2011.
- [15] Bojović,B., Kojić,D., Miljković,Z., Babić,B., Petrović,M., **Friction Force Microscopy of Deep Drawing Made Surfaces**, Proceedings of the 34<sup>th</sup> International Conference on Production Engineering, pp. 531-534, Niš, Serbia, 28-30 September, 2011.
- [16] Bojović,B., Petrović,M., Miljković,Z., Babić,B., Matija,L., **Lubrication Prediction in Digital Manufacturing**, Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Working Conference "Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches", pp. 475-480, Belgrade, Serbia, 6-10 June, 2011.

### Г.3 Категорија M50

#### Рад у водећем часопису националног значаја M51 (укупно 1)

- [17] Petrović,M., Miljković,Z., Babić,B., Vuković,N., Čović,N., **Towards a Conceptual Design of Intelligent Material Transport Using Artificial Intelligence**, *Strojarstvo* (ISSN 0562-1887), UDK: 62(05)=862=20=30, Vol. 54 No. 3, pp. 205-219, Published by Croatian Union of Mechanical Engineers and Naval Architects, June 2012. <http://hrcak.srce.hr/strojarstvo>

Напомена: Часопис *Strojarstvo: Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering* је у време прихватања рада, а пре објављивања, био на SCI листи (**Science Citation Index-Web of Science**<sup>®</sup> – **IF = 0,222 (2010) → M23**; извор **KoBSON**).

Овај рад, под редним бројем [17], цитиран је у раду саопштеном на престижној **CIRP** конференцији:

Rauch,E., Matt,D.T., & Dallasega,P. (2016). **Application of Axiomatic Design in Manufacturing Systems Design: A Literature Review**. *The 10<sup>th</sup> International Conference on Axiomatic Design (ICAD 2016)*, In *Procedia CIRP* 53 (2016), pp. 1-7, (DOI: 10.1016/j.procir.2016.04.207), Elsevier B.V.

#### Радови у часописима националног значаја M52 (укупно 4)

- [18] Petrović,M., Petronijević,J., Mitić,M., Vuković,N., Miljković,Z., Babić,B., **The Ant Lion Optimization Algorithm for Integrated Process Planning and Scheduling**, *Applied Mechanics and Materials* (ISSN 1662-7482), Vol. 834, pp. 187-192 (DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.834.187), © 2016 Trans Tech Publications, Switzerland, Online 19th April 2016.
- [19] Petronijević,J., Petrović,M., Vuković,N., Mitić,M., Babić,B.,Miljković,Z., **Integrated process planning and scheduling using multi-agent methodology**, *Applied Mechanics and Materials* (ISSN 1662-7482), Vol. 834, pp. 193-198 (DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.834.193), © 2016 Trans Tech Publications, Switzerland, Online 19th April 2016.
- [20] Petrović,M., Petronijević,J., Mitić,M., Vuković,N., Plemić,A., Miljković,Z., Babić,B., **The ant lion optimization algorithm for flexible process planning**, *Journal of Production Engineering* (ISSN 1821-4932), Vol. 18, No. 2, pp. 65-68, University of Novi Sad – Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia, 2015.→ **M52** and in Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Scientific Conference MMA 2015 - Advanced Production Technologies, pp. 125-128, Novi Sad, Serbia, 25-26 September, 2015.→ **M33**

Напомена: Рад под редним бројем [20] је одлуком организационог одбора конференције MMA изабран и објављен у часопису *Journal of Production Engineering*. Рад је и цитиран у међународном часопису **истакнутих вредности** категорије M21a са SCI листе:

Ali,E.S., Elazim,S.A., & Abdelaziz,A.Y. (2016). **Ant Lion Optimization Algorithm for renewable Distributed Generations.** *Energy*, 116, 445-458.

- [21] Petrović,M., Miljković,Z., Babić,B., **Veštačka inteligencija u konceptijskom projektovanju inteligentnih tehnoloških sistema – pregled stanja u oblasti istraživanja**, Časopis TEHNIKA-Mašinstvo (ISSN 0040-2176),Vol.68 br.5, стр. 873-885, 2013.

#### **Г.4 Категорија М60**

##### **Радови по позиву саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини М61 (укупно 2)**

- [22] Petrović,M., Petronijević,J., Mitić,M., Vuković,N., Miljković,Z., Babić,B., **Inteligencija roja čestica i teorija haosa u integrisanom projektovanju i terminiranju fleksibilnih tehnoloških procesa**, 40. ЈУПИТЕР Конференција, 36. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD, стр. 3.22-3.32, Београд, 17-18. мај 2016.

- [23] Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Митић,М., Петровић,М., **Примена интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснована на еколошким принципима - преглед резултата истраживања на пројекту TP-35004**, 38. ЈУПИТЕР Конференција, Уводни рад, Зборник радова – CD, стр. УР.67- УР.75, Београд, 15-16. мај, 2012.

##### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини М63 (укупно 6)**

- [24] Petronijević,J., Petrović,M., Vuković,N., Mitić,M., Babić,B., Miljković,Z., **Multiagentni i holon tehnološki sistemi u projektovanju tehnoloških procesa i terminiranju proizvodnje**, 40. ЈУПИТЕР Конференција, 36. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD, стр. 3.63-3.68, Београд, 17-18. мај 2016.

- [25] Петровић,М., Митић,М., Вуковић,Н., Миљковић,З., **Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом алгорита базираног на интелигенцији роја и теорији хаоса**, 39. ЈУПИТЕР Конференција, 35. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD, стр. 3.122-3.129, Београд, 28. октобар 2014.

- [26] Петронијевић,Ј., Петровић,М., Бабић,Б., Миљковић,З., **Примена мултиагентних система и теорије ројева у оптимизацији флексибилних технолошких процеса**, 39. ЈУПИТЕР Конференција, 35. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD, стр. 3.114-3.121, Београд, 28. октобар 2014.

- [27] Петровић,М., Данилов,И., Лукић,Н., Главоњић,М., Кокотовић,Б., **Механистичка идентификација модела силе при ортогоналном резању**, 37. ЈУПИТЕР Конференција, 33. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD,стр. 3.93-3.102, Београд, 10-11. мај, 2011.

- [28] Петровић,М., Миљковић,З., Бабић,Б., Човић,Н., **Вештачке неуронске мреже и аксиоматска теорија пројектовања у концепцијском пројектовању роботизованог унутрашњег транспорта**, 37. ЈУПИТЕР Конференција, 33. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD,стр. 3.72-3.79, Београд, 10-11. мај, 2011.

- [29] Петровић,М., Лукић,Н., Вуковић,Н., Миљковић,З., **Мобилни робот у унутрашњем транспорту материјала интелигентног технолошког система – едукација и развој**, 36. ЈУПИТЕР Конференција, 32. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD,стр. 3.85-3.90, Београд, 11-12. мај, 2010.

## Г.5 Категорија М70

### Одбрањена докторска дисертација М71 (укупно 1)

- [30] Петровић, М., **Вештачка интелигенција у пројектовању интелигентних технолошких система**, докторска дисертација, Универзитет у Београду – Машински факултет, Београд, 24.06.2016.

## Г.6 Категорија М80

### Ново техничко решење М85 (укупно 8)

- [31] Петровић, М., Миљковић, З., Вуковић, Н., **Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног „Ant Lion Optimization“ алгоритма** (*нова метода*: се односи на решавање проблема генерисања оптималних технолошких процеса обраде делова применом биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције мраволоваца (енгл. *Ant Lion Optimization – ALO*)). Ова метода је развијана у оквиру пројекта ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2016.
- [32] Петровић, М., Петронијевић, Ј., Митић, М., Вуковић, Н., Миљковић, З., Бабић, Б., **Интегрисано пројектовање и терминирање технолошких процеса применом интелигенције роја честица и теорије хаоса** (*нова метода*: се односи на решавање проблема генерисања оптималних планова терминирања применом биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције роја честица (енгл. *PSO – Particle Swarm Optimization*) и теорије хаоса (енгл. *Chaos theory*)). Ова метода је развијана у оквиру пројекта ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2015.
- [33] Петронијевић, Ј., Петровић, М., Вуковић, Н., Митић, М., Бабић, Б., Миљковић, З., **Мултиагентни систем за динамичко интегрисано планирање и терминирање производње** (*нова метода*: се односи на домен динамичког интегрисаног планирања и терминирања производње применом мултиагентне методологије). Ова метода је развијана у оквиру пројекта ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2015.
- [34] Петровић, М., Петронијевић, Ј., Вуковић, Н., Митић, М., Миљковић, З., Бабић, Б., **Интегрисано пројектовање и терминирање оптималних флексибилних технолошких процеса базирано на мултиагентним системима и техникама вештачке интелигенције** (*нова метода*: се односи на домен интегрисаног пројектовања и терминирања оптималних флексибилних технолошких процеса применом мултиагентних система и техника вештачке интелигенције, конкретно биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције роја честица и вештачких неуронских мрежа). Ова метода је развијана у оквиру пројекта ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2014.
- [35] Митић, М., Вуковић, Н., Петровић, М., Петронијевић, Ј., Миљковић, З., Лазаревић, И., **Репродукција комплексних трајекторија мобилног робота на бази биолошки инспирисаних алгоритама** (*нова метода*: се односи на решавање комплексног проблема управљања интелигентног мобилног робота применом емпиријске управљачке теорије на бази биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације и машинског учења демонстрацијом, и то тако да се управљачке команде мобилног робота користе за репродукцију више трајекторија жељеног облика у оквиру модула за демонстрацију, док се у модулу машинског учења врши имплементација метода оптимизације у циљу одређивања оптималне трајекторија робота). Ова метода је развијана у оквиру пројекта ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2014.
- [36] Петровић, М., Миљковић, З., Вуковић, Н., Бабић, Б., Петронијевић, Ј., **Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом хибридног метахеуристичког алгоритма** (*нова метода*: која решава проблем оптимизације флексибилних технолошких процеса обраде



дела, узимајући у обзир алтернативне машине алатке и алтернативне алате за сваку од операција, развијана је у пројекту ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2013.

[37] Вуковић,Н., Миљковић,З., Митић,М., Петровић,М., **Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере** (*нова метода*: која решава проблем симултаног оцењивања положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у технолошком окружењу током обављања транспортног задатка у оквиру система унутрашњег транспорта сировина, полуфабриката, материјала и готових делова, развијана је у оквиру пројекта ТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2012.

[38] Вуковић,Н., Миљковић,З., Митић,М., Бабић,Б., Петровић,М., **Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја интелигентног мобилног робота базираног на калибрисаној камери** (*нова метода*: за управљање и естимацију положаја мобилног робота развијана у пројекту ТР-35004 Министарства просвете и науке Владе Републике Србије), 2011.

### Учешће у домаћим научним пројектима (укупно 1)

1) Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Којић,Д., Вуковић,Н., Лазаревић,И., Митић,М., Петровић,М., Милеуснић,И., Петронијевић,Ј., **ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП У ПРИМЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДЕЛОВА ОД ЛИМА ЗАСНОВАН НА ЕКОЛОШКИМ ПРИНЦИПИМА**, Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: ТР-35004, 01.01.2011. до 31.12.2016, Машински факултет, Београд.

### Списак извештаја и елабората научно-истраживачких пројеката (укупно 5)

1) Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Којић,Д., Вуковић,Н., Лазаревић,И., Митић,М., Петровић,М., Милеуснић,И., **ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП У ПРИМЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДЕЛОВА ОД ЛИМА ЗАСНОВАН НА ЕКОЛОШКИМ ПРИНЦИПИМА**, Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: ТР-35004, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период од 01.01.2011. до 31.12.2011, Машински факултет, Београд, 2011.

2) Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Лазаревић,И., Митић,М., Петровић,М., Милеуснић,И., **ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП У ПРИМЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДЕЛОВА ОД ЛИМА ЗАСНОВАН НА ЕКОЛОШКИМ ПРИНЦИПИМА**, Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: ТР-35004, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период од 01.01.2012. до 31.12.2012, Машински факултет, Београд, 2012.

3) Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Лазаревић,И., Митић,М., Петровић,М., Милеуснић,И., Петронијевић,Ј., **ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП У ПРИМЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДЕЛОВА ОД ЛИМА ЗАСНОВАН НА ЕКОЛОШКИМ ПРИНЦИПИМА**, Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: ТР-35004, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период од 01.01.2013. до 31.12.2013, Машински факултет, Београд, 2013.

4) Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Лазаревић,И., Митић,М., Петровић,М., Милеуснић,И., Петронијевић,Ј., **ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП У ПРИМЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДЕЛОВА ОД ЛИМА ЗАСНОВАН НА ЕКОЛОШКИМ ПРИНЦИПИМА**, Пројекат технолошког развоја који

финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: ТР-35004, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период од 01.01.2014. до 31.12.2014, Машински факултет, Београд, 2014.

- 5) Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Лазаревић,И., Митић,М., Петровић,М., Милеуснић,И., Петронијевић,Ј., **ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП У ПРИМЕНИ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДЕЛОВА ОД ЛИМА ЗАСНОВАН НА ЕКОЛОШКИМ ПРИНЦИПИМА**, Пројекат технолошког развоја који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије: ТР-35004, Годишњи извештај о реализацији пројекта за период од 01.01.2015. до 31.12.2015, Машински факултет, Београд, 2015.

### Учешће у организационом одбору скупа националног значаја (укупно 3)

- 1) 40. ЈУПИТЕР Конференција, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-893-2, Универзитет у Београду – Машински факултет, Београд, Србија, 17 - 18. мај 2016.
- 2) 39. ЈУПИТЕР Конференција, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-838-3, Универзитет у Београду – Машински факултет, Београд, Србија, 28 - 29. октобар 2014.
- 3) 38. ЈУПИТЕР Конференција, Зборник радова, ISBN 978-86-7083-757-7, Универзитет у Београду – Машински факултет, Београд, Србија, 15 - 16. мај 2012.

### Рецензије радова за међународне часописе

Кандидаткиња је и рецензент радова престижних међународних часописа и конференција попут:

- **Expert Systems with Applications** (ISSN 0957-4174) – United Kingdom;
- **Applied Soft Computing** (ISSN 1568-4946) – United Kingdom;
- **International Journal of Computer Integrated Manufacturing** (ISSN 0951-192X) – United Kingdom;
- **International Journal of Bio-Inspired Computation** (ISSN print 1758-0366; ISSN online 1758-0374) – Switzerland;
- **Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering** (ISSN print 1472-7978; ISSN 1875-8983) – Netherlands;
- **Advances in Production Engineering & Management** (ISSN print 1854-6250; ISSN online 1855-6531) – Slovenia;
- **IEEE Symposium Series on Computational Intelligence**;

### Д. Приказ и оцена научног рада кандидаткиње

На основу приложеног и анализираниог конкурсног материјала може да се закључи да остварени резултати кандидаткиње др **Милице М. Петровић**, током шестогодишњег научно-истраживачког и стручног рада на Машинском факултету у Београду, у потпуности припадају ужој научној области **Производно машинство**.

Области истраживања кандидаткиње обухватају интелигентне технолошке системе, пројектовање и терминирање технолошких процеса, биолошки инспирисане алгоритме оптимизације, роботiku и вештачку интелигенцију, технологије машинске обраде. У наставку ће прво бити описана докторска дисертација, а затим и радови према категоријама, редоследу и темама.

## Д.1 Приказ докторске дисертације

Докторска дисертација [30] кандидаткиње др Милице М. Петровић, маг.инж.маш., под називом „ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА У ПРОЈЕКТОВАЊУ ИНТЕЛИГЕНТНИХ ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА” представља савремен и оригиналан приступ, као и евидентан научни допринос разматраном проблему пројектовања најзначајнијих функција интелигентних технолошких система на бази биолошки инспирисаних техника вештачке интелигенције. Докторска дисертација је урађена у оквиру истраживања на пројекту технолошког развоја, а односи се на домен пројектовања и терминирања технолошких процеса обраде делова, као и на могућност имплементације транспортних средстава - интелигентних мобилних робота за потребе унутрашњег транспорта сировина, полуфабриката, материјала и готових делова, што представља изразито комплексан научно-инжењерски истраживачки циљ. Спроведена истраживања у оквиру предметне докторске дисертације подразумевају развој *оригиналних алгоритама оптимизације*, уз примену напредних концепата машинског учења и *soft computing* техника вештачке интелигенције. Предметна докторска дисертација обухвата развој и експерименталну верификацију **6 оригиналних алгоритама** за пројектовање оптималних технолошких процеса. Такође, истраживања у оквиру докторске дисертација обухватају и област интегрисаног пројектовања и терминирања технолошких процеса, што је резултирало развојем и експерименталном верификацијом **3 оригинална биолошки инспирисана алгоритама**.

## Д.2 Приказ научних радова

У радовима [1] и [22] приказан је приступ за интегрисано пројектовање и терминирање флексибилних технолошких процеса обраде делова применом алгорита базираног на интелигенцији роја честица и теорији хаоса (*cPSO* алгоритам). Поред метода кодирања/декодирања параметара планова терминирања у јединке *cPSO* алгоритама, у раду је предложен математички модел за минимизацију укупног времена за обраду свих делова чије се терминирање врши, максимизацију уравнотеженог искоришћења машина алатки и минимизацију транспортних токова материјала. Такође, у циљу превазилажења недостатака везаних за брзу конвергенцију алгоритама у раним фазама оптимизације, предложена је имплементација хаотичних мапа у *PSO* алгоритама. Предложени приступ је експериментално верификован на примеру добијања оптималних планова терминирања реалних делова.

У радовима [3] и [25] приказан је приступ за оптимизацију флексибилних технолошких процеса обраде дела применом алгорита базираног на интелигенцији роја (*PSO* алгоритам) и теорији хаоса. Поред метода представљања технолошких процеса помоћу *AND/OR* мрежа, у раду је предложен математички модел за минимизацију укупног производног времена и минимизацију укупних трошкова, као и принцип кодирања/декодирања параметара технолошких процеса у јединке модификованог *PSO* алгоритама. Такође, у циљу превазилажења недостатака везаних за брзу конвергенцију у раним фазама оптимизације, предложена је имплементација хаотичних мапа у модификовани *PSO* алгоритама. Предложени приступ је експериментално верификован на примеру добијања оптималних технолошких процеса реалног дела.

У радовима [4] и [6] приказан је приступ базиран на примени алгорита интелигенције роја честица за решавање комбинаторног оптимизацијског проблема одређивања редоследа извршавања операција при обради делова на машинама. Предложени приступ разматра следеће типове флексибилности: флексибилност машина, флексибилност алата, флексибилност процеса и флексибилност редоследа операција. За представљање флексибилности технолошког процеса обраде дела изабран је метод представљања технолошког процеса путем мрежа, док је за описани математички модел критеријум за оптимизацију минимално производно време и минимални трошкови. Експериментални резултати показују да је представљени алгоритам ефикаснији тј. да даје оптималне редоследе операција за краће време и мањи број итерација у поређењу са појединачним GA, SA и хибридном GA-SA алгоритмом.

У референци [5] представљена је методологија за развој софтверске апликације за интеграцију пројектовања технолошког процеса, терминирања производње и навигације мобилног робота у технолошком окружењу. Предложена методологија је базирана на примени теорије инвентивног решавања проблема и мултиагентне методологије. Матрица контрадикције и инвентивни принципи су се показали као ефективан алат за отклањање контрадикторности у концепцијској фази развоја софтвера. Предложена мултиагентна архитектура садржи шест агената: агент за делове, агент за машине, агент за оптимизацију, агент за планирање путање, агент за машинско учење и агент мобилни робот. Сви агенти заједно учествују у оптимизацији технолошких процеса, оптимизацији планова терминирања, генерисању оптималних путања које мобилни робот прати и класификацији објеката у технолошком окружењу. Експериментални резултати показују да се развијени софтвер може користити за предложену интеграцију, а све у циљу побољшања перформанси интелигентних технолошких система.

У раду [17] предложена су два приступа за интелигентан транспорт материјала коришћењем мобилног робота. Први приступ се заснива на примени генетичких алгоритама за оптимизацију технолошких процеса, уз минимално производно време као оптимизациони критеријум. Други приступ је базиран на примени теорије графова за генерисање путања и неуронских мрежа за учење генерисаних путања. Праћење путања добијених коришћењем генетичких алгоритама, као и учење и предвиђање оптималних токова материјала захваљујући неуронским мрежама, тестирано је помоћу *Khepera II* мобилног робота у експерименталном статичком лабораторијском моделу технолошког окружења. Остварена грешка позиционирања мобилног робота указује на то да се концепцијски приступ, базиран на аксиоматској теорији пројектовања, може користити у пројектовању транспорта и манипулације у интелигентном технолошком систему.

Детаљан преглед стања у области истраживања интелигентних технолошких система, са посебним освртом на следеће функције: (i) планирање и оптимизација технолошких процеса, (ii) терминирање и оптимизација технолошких процеса, (iii) интегрисано планирање технолошких процеса и терминирање производње и (iv) терминирање транспортних средстава у унутрашњем транспорту материјала приказан је у раду [21]. Истраживања представљена у овом раду показују да се побољшање перформанси интелигентних технолошких система остварује применом биолошки инспирисаних техника вештачке интелигенције (неуронске мреже, генетички алгоритми, интелигенција мрављих колонија и интелигенција роја), као и метахеуристичким алгоритмима (методи симулираног каљења и табу претраге).

У раду [20] представљен је нови биолошки инспирисан оптимизациони алгоритам ALO (енгл. *Ant Lion Optimization*) за решавање комбинаторног проблема генерисања оптималних технолошких процеса у складу са алтернативним ресурсима. Алгоритам је имплементиран у MATLAB софтверском пакету. Остварени експериментални резултати показују боље перформансе у поређењу са осталим биолошки инспирисаним алгоритмима. Такође, даља имплементација ALO алгоритма у циљу развоја модел за интегрисано пројектовање и терминирање технолошких процеса приказана је у раду [18].

Предложена мултиагентна архитектура у референци [10] садржи шест агената: агент за делове, агент за машине, агент за оптимизацију, агент за планирање путање, агент за машинско учење и агент мобилни робот. Сви агенти заједно учествују у оптимизацији технолошког процеса, оптимизацији планова терминирања, генерисању оптималних путања које мобилни робот прати и класификацији објеката у технолошком окружењу. Експериментални резултати показују да се развијена метода може користити за предложену интеграцију, а све у циљу побољшања перформанси интелигентних технолошких система.

У раду [13] приказан је хибридни приступ базиран на генетичким алгоритмима и алгоритму симулираног каљења (енгл. *GA-SA algorithm*) за решавање комбинаторног оптимизацијског проблема одређивања редоследа извршавања операција при оптимизацији флексибилних технолошких процеса обраде делова. За представљање флексибилности технолошког процеса обраде дела изабран је метод

представљања технолошког процеса путем мрежа, док је за описани математички модел критеријум за оптимизацију минимално производно време. Експериментални резултати показују да је хибридни алгоритам ефикаснији, тј. да даје оптималне редоследе операција за краће време и мањи број итерација у поређењу са појединачним GA или SA алгоритмом.

Решење унутрашњег транспорта материјала у оквиру познатог технолошког окружења, на концепцијском нивоу пројектовања, представљено је у референци [14]. Решење обухвата софтверске модуле за генерисање технолошких времена на основу претходног искуства и планирање оптималних путања мобилног робота сходно одређеним транспортним задацима и оценама трајања технолошких операција. Додатно развијен софтверски модул, на бази система вештачких неуронских мрежа, обезбеђује учење одређених оптималних путања, чиме се унапређује досадашњи вид конвенционалног унутрашњег транспорта у оквиру технолошког окружења. Експеримент је спроведен у лабораторијском моделу технолошког окружења на мобилном роботу *Khepera II*, чиме је предложени концепт верификован у реалном времену. Предложено решење омогућава минимизацију укупног пређеног пута током транспорта мобилног робота, чиме се смањује и количина утрошене енергије.

У раду [28] представљен је метод концепцијског пројектовања роботизованог унутрашњег транспорта материјала, базиран на аксиоматској теорији пројектовања и вештачкој интелигенцији. Метод комбинује примену алгоритама за генерисање путања кретања интелигентног мобилног робота и вештачке неуронске мреже за предикцију стања технолошког процеса и машинско учење транспортних токова материјала. Путање кретања мобилног робота одређују се сходно пројектованим оптималним технолошким процесима. Симулација технолошког процеса, обучавање вештачких неуронских мрежа, као и реализација управљачког кода извршена је у софтверском пакету MATLAB. Експериментални резултати на систему мобилног робота *Khepera II* показују да мобилни робот планира, учи и остварује оптималну путању кретања.

Објављена референца [29] односи се на машинско учење, интелигентно управљање и симулацију рада мобилног робота у оквиру интелигентног технолошког система. Рад презентира верификацију нове хибридне управљачке архитектуре намењене за експлоатацију и навигацију интелигентних мобилних робота у комплексном технолошком окружењу. Архитектура је базирана на имплементацији концепта машинског учења за потребе генерисања интелигентног понашања мобилног робота приликом извршавања сложених технолошких задатака у оквиру интелигентног технолошког система. Основни научно-истраживачки циљ подразумевао је даљи развој аутономности за будућу имплементацију интелигентних мобилних робота, уз обезбеђивање поуздане експлоатације и робустности у погледу генерисане управљачке команде, као одговора робота на тренутно стање технолошког окружења. Спроведена истраживања су, преко резултата презентираних у овом раду, показала да побољшања у погледу програмирања, флексибилности, ефикасности и вештини интелигентног мехатронског система - робота зависе од степена развоја и реализације његовог машинског учења.

У раду [23] приказан је део резултата који су настали током прве године истраживања на пројекту „Иновативни приступ у примени интелигентних технолошких система за производњу делова од лима заснован на еколошким принципима“ (евид. бр. ТР-35004). Пројектним активностима обухваћена су два основна правца истраживања: испитивање трења у микро подручју применом метода скенирајуће микроскопије и развој алгоритама за управљање интелигентних робота, са акцентом на примени еколошких принципа који подразумевају уштеду енергије, материјала и средстава за подмазивање. Приказани резултати су укључени у предавања и лабораторијске вежбе на предметима Катедре за производно машинство, а њихова применљивост верификована је и кроз сарадњу са корисницима из домаће индустрије, ФМП д.о.о. из Београда и ОРТИХ д.о.о. из Земуна.

У раду [8] приказан је алгоритам обучавања вештачке неуронске мреже са генерализованим радијалним активационим функцијама Гаусовог типа базиран на линеаризованом информационом филтру. Развијени алгоритам вештачке неуронске мреже омогућава секвенцијално процесирање и додавање/брисање неурона током трајања процеса обучавања. Експериментални резултати указују да

развијени алгоритам генерише вештачке неуронске мреже са компактним архитектурама у односу на друге приступе.

Објављена референца [11] односи се на решавање проблема естимације положаја мобилних робота применом система препознавања базираних на калибрисаној камери. У раду се анализира и решава проблем симултане естимације положаја мобилног робота путем повратних информација од калибрисане камере за време извршавања транспортног задатка у оквиру система унутрашњег транспорта сировина, материјала и готових делова. Развијени алгоритам естимације положаја базиран је на интеграцији вештачке неуронске мреже са линеаризованим Калмановим филтром. Експериментални резултати потврђују применљивост развијеног оригиналног алгоритма симултаног оцењивања положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у технолошком окружењу на бази интеграције линеаризованог Калмановог филтра и вештачких неуронских мрежа.

Нови приступ у обучавању мобилних робота у циљу учења и репродукције жељеног понашања или остваривања жељеног кретања представљен је у раду [12]. У ту сврху, примењен је концепт учења на основу демонстрација, у коме учитељ (демонстратор-оператер) покаже основне карактеристике жељеног понашања или кретања, а одговарајући модел учења извршава оптимизацију параметара чиме се омогућава учење и накнадна репродукција покрета мобилног робота. Модел учења који се користи у овом раду базиран је на скривеним ланцима Маркова, у којима се стање система „не види” директно, већ искључиво уз помоћ одговарајућих сензорских информација. Пробабилистички модел кретања мобилног робота хијерархијски је постављен на два нивоа: у првом кораку (на првом хијерархијском нивоу) инкрементална кретања мобилног робота се моделирају применом линеарне комбинације Гаусових расподела, док се у другом кораку (на другом хијерархијском нивоу) одређује оптимална секвенца инкременталних кретања мобилног робота применом модела скривених ланаца Маркова, у складу са жељеном трајекторијом коју је дефинисао оператер-учитељ. Симулациони резултати у MATLAB програмском окружењу и експериментални резултати остварени коришћењем мобилног робота *Khepera II*, показују да приказани концепт учења жељеног понашања, као и жељеног кретања, могу бити примењени у циљу учења мобилног робота.

Идентификација параметара модела сила при ортогоналном резању рендисањем, уз примену двокомпонентног динамометра са мерним тракама за мерење сила, описана је у референци [27]. За мерење попречне и уздужне компоненте силе резања, мерне траке су постављене на осам места на полупрстену тела сензора. Сигнали силе резања снимљени су коришћењем модула за аквизицију и обрађивани помоћу MATLAB софтверског пакета. Резултати остварени при различитим параметрима резања (променљива дубина резања и променљива ширина резања) указују на то да се динамометар може користити за поуздано мерење сила при обради резањем. Идентификовани модел може се користити за предикцију сила при различитим обрадама резањем, уз задржавање исте геометрије алата и истог материјала обратка, што је и потврђено експерименталном верификацијом.

Оптимизациони алгоритам базиран на интелигенцији роја свитаца представља један од биолошки инспирисаних алгоритама. У оквиру рада [2] приказано је побољшање основне формулације овог алгоритма у виду интеграције са теоријом хаоса. Перформансе побољшаног алгоритма оптимизације тестиране су коришћењем познатих оптимизационих проблема и 14 мапа хаоса. Поред наведеног, тестиран је и алгоритам коришћењем Левијевих летова. Остварени резултати указују да побољшани оптимизациони алгоритам базиран на интелигенцији роја свитаца уз коришћење Чебишевљево хаотичне мапе генерише оцене вишег нивоа тачности.

У раду [9] приказан је биолошки инспирисани алгоритам за проблеме глобалне оптимизације. Три различите метахеуристичке технике коришћене су и имплементирани у MATLAB програмском окружењу: оптимизација применом интелигенције роја честица, оптимизација применом интелигенције колоније свитаца, као и оптимизација применом интелигенције чопора вукова. Алгоритми су тестирани на четири унимодалне и мултимодалне нелинеарне функције у циљу потраге за глобалним оптимумом. Резултати показују да је алгоритам базиран на оптимизацији применом интелигенције чопора вукова бољи од осталих коришћених биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације.

У радовима [7] и [19] приказана је методологија децентрализованог одлучивања применом мултиагентних система. Предложени модел користи се за интегрисано пројектовање и терминирање технолошких процеса у динамичким условима, који су представљени активностима попут квара машине алатке и доласка новог дела у обрадни систем. Предложена мултиагентна архитектура састоји се од четири интелигентна агента: агент за делове, агент за операције, агент за машине алатке и агент за оптимизацију. Имплементација и верификација предложеног концепта је извршена у *AnyLogic* симулационом софтверском пакету.

Рад [24], кроз преглед стања у области пројектовања технолошких процеса и терминирања производње, бави се увођењем концепта мултиагентних и холон технолошких система. Радом је, поред традиционалног приступа пројектовању и терминирању, обухваћен и интегрисан прилаз разматрању проблематици.

У раду [26] представљена је развијена мултиагентна методологија за оптимално пројектовање технолошких процеса обраде дела. Предложена мултиагентна архитектура састоји се од четири агента: агент за делове, агент за машине, агент за транспорт и агент за оптимизацију. Након генерисања оптималних технолошких процеса применом биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције роја честица, у *AnyLogic* софтверском пакету извршена је симулација применом развијених агената. Експериментални резултати показују оправданост примене предложене методологије у симулираном моделу технолошког окружења.

У раду [15] описана је примена метода скенирајуће микроскопије, конкретно фриксионог мода у анализи обрађене површине лименке. Добијени резултати указују на фриксионо понашање које одговара принципима уоченим у нано подручју примене, те се знање базирано на њима може пренети и у микро подручје. На тај начин унапређено је знање о триболошким појавама при микро обради, у којој не важе правила из макро трибологије на којима се, на пример, базирају симулациони пакети.

У раду [16] представљена је метода за одређивање запремине лубриканта базирана на тродимензионалним снимцима лима и обрађене површине лименке, који се анализирају применом концепта лагунарности. Описани поступак који је подржан сопствено развијеним процедурама у MATLAB-у, омогућава процену потребне запремине лубриканта, што смањује употребу средства за подмазивање у индустрији металних производа, а важно је у домену еколошке заштите окружења.

### Д.3 Приказ техничких решења

Техничко решење [31] припада области машинства и директно се односи на домен пројектовања оптималних технолошких процеса обраде дела. Развијени алгоритам базиран је на примени биолошки инспирисаног алгоритма заснованог на интелигенцији мраволоваца (енгл. *Ant Lion Optimization – ALO*). Аутори предлажу пет типова флексибилности технолошких процеса: (1) флексибилност редоследа операција, (2) флексибилност процеса, (3) флексибилност машина алатки, (4) флексибилност алата и (5) флексибилност оријентација алата. У циљу појашњења ових типова флексибилности, предложена су три реална репрезентативна дела, са техничким спецификацијама и мрежама алтернативних технолошких процеса обраде. Након разматрања типова флексибилности, аутори представљају математички модел вишекритеријумске оптимизације технолошких процеса на основу две функције циља - минимизација укупног производног времена и минимизација укупних производних трошкова. На крају је дат предложени *ALO* алгоритам, са описом оператора алгоритма и начина имплементације. Предложени биолошки инспирисан алгоритам оптимизације *ALO* имплементиран је у MATLAB програмском пакету и, кроз два експеримента, тестиран за три одабрана репрезентативна дела, као и за усвојени *benchmark* део из литературе. Резултати оптимизације упоређени су са приступом базираним на *cPSO* алгоритму (алгоритам базиран на интелигенцији роја честица и теорији хаоса). Остварени резултати спроведених експеримената показују да се технолошки процеси са минималним производним временом и минималним производним трошковима остварују применом *ALO* алгоритма.

Техничко решење [32] припада области машинства и директно се односи на домен интегрисаног пројектовања и терминирања флексибилних технолошких процеса. Сходно томе, метода решава проблем генерисања оптималних планова терминирања применом биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције роја честица (енгл. *PSO – Particle Swarm Optimization*) и теорије хаоса (енгл. *Chaos theory*). Један од недостатака традиционалног *PSO* алгоритма је и конвергенција ка локалном оптималном решењу у раним фазама оптимизације. У циљу превазилажења недостатка везаних за брзу конвергенцију алгоритма и повећавање простора алтернативних решења, хаотичне мапе су имплементирани у *PSO* алгоритам. Резултати оптимизације планова терминирања за одабране *benchmark* делове из литературе показују оправданост примене предложеног концепта.

Техничко решење [33] припада области машинства и односи се на домен динамичког интегрисаног планирања и терминирања производње. Решавање проблема изводи се мултиагентном методологијом. Предложена мултиагентна архитектура састоји се из пет агената: агент за делове, агент за операције, агент за машине, агент за алате и агент за синхронизацију. Синхронизованим дејством свих агената уз поседовање информације о алтернативним технолошким поступцима, а у зависности од стања окружења врши се динамичко планирање и терминирање производње. Верификација предложеног решења изведена је у *AnyLogic* софтверском пакету. Резултати симулације показују да предложена архитектура омогућује промену и прилагођавање технолошких поступака, као и планова терминирања, у зависности од стања симулираног модела технолошког окружења.

Техничко решење [34] припада области машинства и односи се на домен интегрисаног пројектовања и терминирања оптималних флексибилних технолошких процеса. Сходно томе, метода решава проблем генерисања оптималних планова терминирања применом мултиагентних система и техника вештачке интелигенције, конкретно биолошки инспирисаног алгоритма на бази интелигенције роја честица (енгл. *Particle Swarm Optimization – PSO*) и вештачких неуронских мрежа (енгл. *Artificial Neural Networks – ANN*). Предложена мултиагентна архитектура се састоји од шест агената: агент за оптимизацију, агент за учење, агент за делове, агент за машине, агент за алате и агент за транспорт. Агент за учење заједно са агентом за оптимизацију врши генерисање оптималних флексибилних технолошких процеса, док преостала четири агента учествују у њиховом терминирању. Дакле, након генерисања оптималних и приближно оптималних алтернативних технолошких процеса обраде делова, у *AnyLogic* софтверском пакету извршено је терминирање применом развијених агената. Симулациони резултати оптимизације планова терминирања за одабране *benchmark* делове из литературе показују оправданост примене предложене методологије у симулираном моделу технолошког окружења.

Техничко решење [35] припада области машинства и директно се односи на решавање проблема управљања интелигентног мобилног робота применом емпиријске управљачке теорије на бази биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације и машинског учења демонстрацијом, и може се уврстити у напредне производне технологије. Нова метода представља решење проблема машинског учења и репродукције комплексних трајекторија нехолономног мобилног робота. Имплементирана су три независна метахеуристичка алгоритма теорије ројева: (i) алгоритам оптимизације колонијом свитаца (енгл. *Firefly Algorithm – FA*), (ii) алгоритам оптимизације ројем честица (енгл. *Particle Swarm Optimization – PSO*), и (iii) алгоритам оптимизације колонијом слепих мишева (енгл. *Bat Algorithm – BA*). Управљачке команде мобилног робота за репродукцију више трајекторија жељеног облика меморисане су у модулу демонстрација, док модул машинског учења подразумева имплементацију поменутих метода оптимизације у циљу одређивања оптималне трајекторија робота. Експериментални резултати су показали да алгоритам оптимизације колонијом свитаца представља најбоље решење поменутог проблема, као и да се сви наведени биолошки инспирисани алгоритми могу успешно користити за учење и репродукцију различитих комплексних трајекторија.

Техничко решење [36] припада области машинства и директно се односи на домен пројектовања оптималних технолошких процеса обраде дела. Развијени хибридни алгоритам базиран је на интеграцији генетичког алгоритма и алгоритма симулираног каљења и обухвата две фазе у решавању разматраног комбинаторно-оптимизационог проблема. Прва фаза подразумева примену генетичких



алгоритма у иницијалном глобалном генерисању „добрих“ технолошких процеса. На бази одабраних технолошких процеса, у другој фази хибридног метахеуристичког алгоритма примењен је алгоритам симулираног каљења, који се користи за локално претраживање „добрих“ технолошких процеса и добијање оптималних и/или приближно оптималних флексибилних технолошких процеса обраде дела. Резултати остварени применом ове нове методе указују на то да постоји евидентан допринос постојећем стању у области оптимизације технолошких процеса, који се огледа кроз ефикасније генерисање оптималног и/или приближно оптималног технолошког процеса обраде дела, узимајући у обзир алтернативне машине алатке и алтернативне алате за сваку од операција.

Техничко решење [37] решава проблем симултаног оцењивања положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у технолошком окружењу током обављања транспортног задатка у оквиру система унутрашњег транспорта сировина, полуфабриката, материјала и готових делова. Метода је базирана на новом алгоритму оцењивања положаја мобилног робота и карактеристичних објеката применом неуронског линеаризованог Калмановог филтра (НЛКФ) уз коришћење система препознавања на бази камере за аквизицију сензорске информације. Неуронски линеаризовани Калманов филтар представља резултат интеграције линеаризованог Калмановог филтра са вештачком неуронском мрежом и омогућава моделирање непознатих недетерминистичких утицаја у реалном времену модификацијом параметара вештачке неуронске мреже.

Техничко решење [38] решава проблем симултаног управљања мобилног робота путем повратних информација од калибрисане камере и естимације положаја мобилног робота за време извршавања транспортног задатка у оквиру система унутрашњег транспорта сировина, материјала и готових делова. Први део проблема решен је применом управљања на бази епиполарне геометрије и управљања на бази положаја мобилног робота, док је алгоритам естимације положаја базиран на интеграцији вештачке неуронске мреже са конвенционалним алгоритмом линеаризованог Калмановог филтра. Примена нове методе омогућава раздвајање иницијалног транспортног задатка на глобални и локални део, чиме се на очигледан начин елиминише потреба за специфичном транспортном инфраструктуром.

## **Ђ. Оцена испуњености услова**

На основу увида у конкурсни материјал и навода у Реферату, Комисија закључује да кандидаткиња, **др Милица М. Петровић**, маг.инж.маш., поседује:

- научни степен доктора техничких наука;
- изражен смисао за наставно-педагошки рад, који је потврђен и највишим оценама студентског вредновања педагошког рада наставника и сарадника (просечна оцена анкета за десет семестара је 4.868);
- **5** научних радова из категорије **M20**, при чему су 4 рада објављена у часописима реферисаним на Томсон Ројтерсовој SCI-Web of Science® листи (**1** рад категорије **M21a**, **1** рад категорије **M21**, **2** рада категорије **M22**) и **1** рад категорије **M24**;
- **11** радова категорије **M30** саопштених на 9 међународних скупова. Сви радови су саопштени на међународним скуповима и штампани у зборницима у целини (категирија **M33**);
- **5** радова објављених у националним часописима у земљи и иностранству категорије **M50**. Од тога је **1** рад објављен у водећем часопису националног значаја (категирија **M51**), **4** рада су објављена у часописима националног значаја (категирија **M52**);
- **8** радова саопштених на скуповима националног значаја категорије **M60** штампаних у зборницима радова у целини. Од тога су **2** уводна рада по позиву категорије **M61** и **6** радова категорије **M63**;
- **8** техничких решења категорије **M85**;
- искуство у рецензирању радова у међународним часописима и конференцијама;
- учешће у домаћем научно-истраживачком пројекту Технолошког развоја (евид. број **ТР 35004**) Министарства просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије;
- чланство у ЈУПИТЕР асоцијацији;
- неколико диплома и сертификата о активном знању енглеског језика;

- бројне награде за изванредне успехе током претходних студија;
- годишњу награду Привредне коморе Београда за најбољи мастер рад студената за шк. 2009/2010. годину и признање за најбољу презентацију рада младих истраживача на Међународном Саветовању производног машинства 2011. године.

Досадашњи шестогодишњи научно-истраживачки и стручни рад др Милице М. Петровић у потпуности припада области Производног машинства.

На основу саопштених резултата истраживања у научним и стручним часописима и конференцијама, истраживања спроведених у оквиру научно-истраживачких пројеката, као и резултата остварених у домену педагошких активности констатује се да професионалне компетенције кандидаткиње др Милице М. Петровић у потпуности припадају ужој научно-стручној и образовној области Производног машинства за коју је расписан предметни конкурс.

### **Е. Закључак и предлог**

На основу детаљног прегледа и анализе достављеног конкурсног материјала, Комисија констатује да кандидаткиња др Милица М. Петровић, маг.инж.маш, испуњава све услове који су прописани за избор у звање доцента, сагласно Закону о високом образовању, Закону о Универзитету Републике Србије, Статуту Машинског Универзитета факултета у Београду и Критеријумима за стицање звања наставника на Универзитету у Београду.

Комисија са задовољством предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука да др **Милицу М. Петровић**, мастер инжењера машинства, изабере у звање **ДОЦЕНТА** са пуним радним временом на одређено време од 5 година, за ужу научну област **Производно машинство** на **Машинском факултету Универзитета у Београду**.

У Београду, 12.10.2016.

### **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  
Универзитет у Београду - Машински факултет

---

Др Живана Јаковљевић, ванредни професор  
Универзитет у Београду - Машински факултет

---

Др Милош Главоњић, редовни професор у пензији  
Универзитет у Београду - Машински факултет