

## ИЗБОРНОМ ВЕЋУ НАСТАВНО - НАУЧНОГ ВЕЋА

**Предмет:** Извештај о испуњености услова за избор у звање **виши научни сарадник** кандидата **др Најдана Вуковића**, дипл. инж. машинства, научног сарадника

Одлуком Изборног већа у оквиру Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3229/2 од 22.12.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за утврђивање испуњености услова за избор у научно звање **виши научни сарадник** др Најдана Л. Вуковића, дипл. инж. машинства, научног сарадника, о чему подносимо следећи:

### ИЗВЕШТАЈ

#### А. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Др Најдан Л. Вуковић рођен је у Београду 23. новембра 1980. године. Завршио је основну школу „Лазар Саватић” у Земуну и XIII београдску гимназију у градској општини Чукарица.

Машински факултет у Београду уписао је 1999. године и дипломирао на Одсеку за ваздухопловство 2005. године. Исте године уписује докторске студије на Катедри за производно машинство Машинског факултета у Београду под руководством тада потенцијалног ментора проф. др Зорана Миљковића. Након успешног полагања свих 13 испита на Докторским академским студијама са просечном оценом 10 (десет), 2008. године пријављује докторску дисертацију под називом *Развој машинског учења интелигентног мобилног робота базиран на систему веиштакких неуронских мрежа*. Др Најдан Вуковић одбранио је докторску дисертацију 28. септембра 2012. године, а чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације били су: проф. др Зоран Миљковић, ментор (Машински факултет у Београду), проф. др Драган Милутиновић (Машински факултет у Београду), проф. др Бојан Бабић (Машински факултет у Београду), ванр. проф. др Драган Александрић (Машински факултет у Београду), проф. др Вељко Поткоњак, (Електротехнички факултет у Београду).

Од 2. фебруара 2008. године др Најдан Вуковић био је запослен у Иновационом центру Машинског факултета у Београду, прво као *стручни сарадник* (01.02.2008.-16.12.2010.), па као *истраживач сарадник* (17.12.2010.- 25.06.2013.), а након одбране докторске дисертације као *научни сарадник* (од 26.06.2013.).

Од 1. октобра 2016. године др Најдан Л. Вуковић био је запослен у оквиру NLB Банке а.д. - Београд као *сениор сарадник за израду статистичких модела* где је радио на квантификавању кредитних ризика, а од 15. новембра 2017. године прелази у NCR корпорацију где ради на развоју и примени модела и модерних метода машинског учења у различитим сегментима пословања.

Кандидат се активно служи енглеским језиком (говори, чита и пише). Главне истраживачке области кандидата др Најдана Вуковића су: *машинско учење, квантитативне методе, роботика*.

Др Најдан Вуковић активно програмира у *Matlab, R, Python, Wolfram Mathematica* програмским окружењима, а веома добро познаје и рад у *MS Office, MS Windows* и *Corel Draw* окружењима.

Кандидат је до сада учествовао у оквиру четири научноистраживачка пројеката финансираних од стране одговарајућих институција Владе Републике Србије:

- [1] Бабић,Б., Миљковић,З., Бугарић,У., Матија,Л., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Митић,М., Петровић,М.М., Лазаревић,И., Петронијевић,Ј., 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, Београд, 2011–2017.
- [2] Бабић,Б., Миљковић,З., Бојовић,Б., Вуковић,Н., Митић,М., *Флексибилна аутоматизација и имплементација интелигентних технолошких система у домену производње делова од лима*, Пројекат технолошког развоја који је финансирало Министарство за науку и технолошки развој Владе Републике Србије: ТР-14031, Београд, 2008–2010.
- [3] Миљковић,З., Вуковић,Н., Александрић,Д., Бабић,Б., Ћировић,В., Бојовић,Б., Јовановић,Р., *Иновација знања у образовању мехатроничара*, Пројекат НИП-а у домену развоја образовања (евиден. број 13200601), Министарство за телекомуникације и информатичко друштво Владе Републике Србије, Реализатор: Машински факултет у Београду, 2008–2009.
- [4] Александрић,Д., Ћировић,В., Миљковић,З., Бабић,Б., Вуковић,Н., *Иновација знања у области безбедности моторних и прикључних возила*, Пројекат Министарства за НИП Владе Републике Србије (евиден. број13700800), Реализатор: Машински факултет у Београду, 2009.

Поред ових пројеката, кандидат је учествовао и у раду на технолошком пројекту финансираном од стране компаније ФМП а.д. - Београд у циљу формирања стручне оцене примене интелигентних технолошких система ради подизања продуктивности производног процеса:

- [5] Бабић,Б., Миљковић,З., Бојовић,Б., Вуковић,Н., *Снимање рада и одговарајућих времена линија за производњу лименки у компанији ФМП а.д. - Београд, Елаборат, Београд, 2008.*

Број остварених поена кандидата др Најдана Л. Вуковића у целокупном истраживачком раду у категорији **M20** је **66**, од чега је у меродавном изборном периоду за избор у звање **виши научни сарадник** остварио **53** поена.

Укупан број остварених поена у свим категоријама је **132.5**, од чега је у меродавном изборном периоду кандидат остварио **87** поена.

Током свог дугогодишњег научноистраживачког рада др Најдан Вуковић објавио је преко 50 референци различитих категорија, који су публиковани у међународним и националним научним часописима или су саопштени на међународним и националним научним скуповима, а затим публиковани у зборницима радова. Од **10** најзначајнијих радова кандидата др Најдана Вуковића, **један** рад је публикован у међународном часопису изузетних вредности (M21a), **пет** радова у истакнутим међународним часописима (M21), **два** радова у врхунским међународним часописима (M22), **један** рад у међународном часопису (M23) и **један** рад у националном часопису међународног значаја (M24).

Укупан број цитата научних радова др Најдана Вуковића према *ISI/Web of Science* је **77**, према *Research Gate* је **130**, док је према *Google Scholar* **222**.

## **Б. БИБЛИОГРАФСКИ ПОДАЦИ - СПИСАК РАДОВА ОБЈАВЉЕНИХ У МЕРОДАВНОМ ИЗБОРНОМ ПЕРИОДУ (2013.-2017.)**

### **Б1. Научни рад у међународном часопису изузетних вредности– категорија M21a (1x10=10)**

- [1] Petrović, M., Vuković, N., Mitić, M., Miljković, Z., **Integration of process planning and scheduling using chaotic particle swarm optimization algorithm**, Expert systems with Applications, Vol. 46, pp. 569-588, Elsevier, 2016, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2016.08.019>, IF= 3.928 (M21a)  
Цитати: ISI/Web of Science 3; Google Scholar 6

**Б2. Научни радови у врхунским међународним часописима - категорија М21 (4x8=32)**

- [2] Vuković, N., Mitić, M., Miljković, Z., **Trajectory learning and reproduction for differential drive mobile robots based on GMM/HMM and Dynamic Time Warping using Learning from Demonstration framework**, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 45, pp. 388-404, Elsevier, October 2015, DOI: 10.1016/j.engappai.2015.07.002; 2015. IF= 2.368 (M21)  
Цитати: ISI/Web of Science 3; Google Scholar 5
- [3] Vuković, N., Miljković, Z., **Robust Sequential Learning of Feedforward Neural Networks in the Presence of Heavy-Tailed Noise**, *Neural Networks*, Vol.63, pp.31-47, Elsevier, March 2015, IF=3.216 (M21)  
Цитати: ISI/Web of Science 8; Google Scholar 15
- [4] Mitić, M., Vuković, N., Petrović, M., Miljković, Z., **Chaotic fruit fly optimization algorithm**, *Knowledge-based Systems*, Vol. 89, pp. 446-458, Elsevier, November 2015, IF=3.325 (M21).  
Цитати: ISI/Web of Science 17; Google Scholar 34
- [5] Vuković, N., Miljković, Z., **A Growing and Pruning Sequential Learning Algorithm of Hyper Basis Function Neural Network for Function Approximation**, *Neural Networks*, Vol. 46C, pp.210-226, Elsevier, October 2013. IF= 2.076 (M21)  
Цитати: ISI/Web of Science 26; Google Scholar 46

**Б3 Научни рад у истакнутом међународном часопису – категорија М22 (1x5=5)**

- [6] Petrović, M., Mitić, M., Vuković, N., Miljković, Z., **Chaotic particle swarm optimization algorithm for flexible process planning**, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Springer-Verlag London Ltd., 2016; DOI: 10.1007/s00170-015-7991-4; IF = 2.209 (M22).  
Цитати: ISI/Web of Science 3; Google Scholar 9

**Б4 Научни рад у међународном часопису – категорија М23 (1x3=3)**

- [7] Miljković, Z., Vuković, N., Mitić, M., **Neural extended Kalman filter for monocular SLAM in indoor environment**, *Proc ImechE Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, Vol.230, Issue:5, pp. 856-866, Sage, United Kingdom, March 2016. DOI: 10.1177/0954406215586589, IF=1.015 (M23)  
Цитати: ISI/Web of Science 2; Google Scholar 4

**Б5. Рад у националном часопису међународног значаја – категорија М24 (1x3=3)**

- [8] Vuković, N., Mitić, M., Miljković, Z., **Variational Inference for Robust Sequential Learning of Multilayered Perceptron Neural Network**, *FME Transactions* (ISSN 1451-2092), New Series, Vol.43 No.2, pp. 123-130), University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, 2015. (M24)

**Б6. Радови у врхунском часопису националног значаја – категорија М51 (2x2=4)**

- [9] 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 April 2016.
- [10] 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 April 2016.

**Б7. Радови у истакнутим националним часописима – категорија М52 (3x1,5=4,5)**

- [11] 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, and in Proceedings of the 12th International Scientific Conference MMA 2015 - Advanced Production Technologies, pp. 125-128, Novi Sad, Serbia, 25- 26 September, 2015.
- [12] Vuković, N., Miljković, Z., **Machine Learning of Radial Basis Function Neural Networks with Gaussian Processing Units Using Kalman filtering– Introduction**, Journal TECHNICS, Special edition, pp. 53-60, 2014. (in English)  
Вуковић, Н., Миљковић, З., **Машинско учење вештачке неуронске мреже са радијалним активационим функцијама Гаусовог типа на бази Калмановог филтра – теоријске основе**, Часопис ТЕХНИКА (ISSN 0040-2176), Vol. 64, No. 4, pp. 613-620, 2014. (in Serbian)
- [13] Vuković, N., Miljković, Z., **Machine Learning of Radial Basis Function Neural Networks with Gaussian Processing Units Using Kalman filtering – Experimental Results**, Journal TECHNICS, Special edition, pp. 61-68, 2014. (in English)  
Вуковић, Н., Миљковић, З., **Машинско учење вештачке неуронске мреже са радијалним активационим функцијама Гаусовог типа на бази Калмановог филтра – резултати примене**, Часопис ТЕХНИКА (ISSN 0040-2176), Vol. 64, No. 4, pp. 621-628, 2014. (in Serbian)

**Б8. Саопштења са међународних скупова штампана у целини – категорија М33 (11x1=11)**

- [14] Petronijević, J., Petrović, M., Vuković, N., Mitić, M., Babić, B., Miljković, Z., **Multi-agent modeling for integrated process planning and scheduling**, Proceedings of the 12th International Scientific Conference MMA 2015 - Advanced Production Technologies, pp. 121-124, Novi Sad, Serbia, 25- 26 September, 2015.
- [15] Petrović, M., Mitić, M., Vuković, N., Petronijević, J., Miljković, Z., Babić, B., **Modified Chaotic Particle Swarm Optimization Algorithm for Flexible Process Planning**, The 8th 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 of Advanced Quality (ISSN 2217-8538), Vol. 43 No. 3, pp. 25-32, Belgrade, Serbia, 1-5 June, 2015.
- [16] 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 5th International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2015), pp. 89-94, Kopaonik, Serbia, 8-11 March, 2015.
- [17] Mitić, M., Vuković, N., Petrović, M., Petronijević, J., Diryag, A., Miljković, Z., **Bioinspired metaheuristic algorithms for global optimization**, Proceedings of the 5th International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2015), pp. 38-42, Kopaonik, Serbia, 8-11 March, 2015.
- [18] Vuković, N., Mitić, M., Miljković, Z., **Learning Motion From Demonstration for Differential Drive Mobile Robot**, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN 2014), Thessaloniki, , Greece, pp. 99-108, October 2014.
- [19] Mitić, M., Vuković, N., Miljković, Z., Diryag, A., **Learning Motion Trajectories and Visual Commands of a Nonholonomic Mobile Robot Using Metaheuristic Technique**, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN 2014), Thessaloniki, , Greece, pp. 89-98, October 2014.
- [20] 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 5<sup>th</sup>

International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN 2014), Thessaloniki, , Greece, pp. 109-118, October 2014.

- [21] 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 4<sup>th</sup> Serbian Congress on Theoretical and Applied Mechanics, pp. 165-170, Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June, 2013.
- [22] Mitić,M., Miljković,Z., Vuković,N., Lazarević,I., **Visual Control of a Mobile Robot Using Homography and Learning from Demonstration Methodology**, Proceedings of the 4th Serbian Congress on Theoretical and Applied Mechanics, pp. 675-680, Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June, 2013.
- [23] Vuković,N., Miljković,Z., Mitić,M., Petrović,M., Husen,A., **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, 2013.
- [24] Mitić,M., Miljković,Z., Vuković,N., Babić,B., Diryag,A., **Prediction of Robot Execution Failures Using Neural Networks**, Proceedings of the 35<sup>th</sup> International Conference on Production Engineering, pp. 335-341, Kopaonik, Serbia, 2013.

**Б.9 Радови по позиву саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини - М61 (1x1,5=1,5)**

- [25] Петровић,М., Петронијевић,Ј., Митић,М., Вуковић,Н., Миљковић,З., Бабић,Б., **Интелигенција роја честица и теорија хаоса у интегрисаном пројектовању и терминирању флексибилних технолошких процеса**, 40. ЈУПИТЕР Конференција, 36. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD, стр. 3.22-3.32, Београд, 17-18. мај 2016.

**Б10. Саопштења са скупа националног значаја штампана у целини – М63 (2x0,5=1)**

- [26] Петронијевић,Ј., Петровић,М., Вуковић,Н., Митић,М., Бабић,Б., Миљковић,З., **Мултиагентни и холон технолошки системи у пројектовању технолошких процеса и терминирању производње**, 40. ЈУПИТЕР Конференција, 36. симпозијум „НУ-РОБОТИ-ФТС“, Зборник радова - CD, стр. 3.63-3.68, Београд, 17. мај 2016.
- [27] Петровић,М., Митић,М., Вуковић,Н., Миљковић,З., **Оптимизација флексибилних технолошких процеса применом алгоритма 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.

**Б11. Техничка решења одобрена од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије – категорија М85 (6x2=12)**

- [28] 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. (<http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/tehnicka-resenja>)
- [29] 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. (<http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/tehnicka-resenja>)

- [30] 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. (<http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/tehnicka-resenja>)
- [31] 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. (<http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/tehnicka-resenja>)
- [32] 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 пројектаТР-35004 МПНиТР Владе Републике Србије), 2014. (<http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/tehnicka-resenja>)
- [33] 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. (<http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/tehnicka-resenja>)

## **В. КВАНТИТАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ ДОСАДАШЊЕГ НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКОГ РАДА**

У оквиру следеће четири табеле приказани су квантитативни показатељи научноистраживачког рада кандидата који су били остварени за стицање звања **научни сарадник** (Табела 1.), а у Табели 2. дати су остварени квантитативни показатељи за меродавни избор у звање **виши научни сарадник**.

Табела 3. приказује потребан број поена према Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, док Табела 4. приказује укупан број остварених истраживачких поена кандидата од 2007. године до данас.

Табела 1. Квантитативни показатељи научноистраживачког рада да Најдана Вуковића до стицања научног звања **научни сарадник**

<b>Група резултата</b>	<b>Ознака врсте резултата - категорија рада</b>	<b>Вредност резултата</b>	<b>Број резултата</b>	<b>Укупно бодова</b>
<b>M10</b>	(M14) Поглавље у монографији међународног значаја категорије M12 или рад у тематском зборнику међународног значаја	4	1	4
<b>Укупан број поена у категорији M10:</b>				<b>4</b>
<b>M20</b>	(M21) Рад у врхунском међународном часопису	8	1	8

	(M22) Рад у истакнутом међународном часопису	5	1	5
<b>Укупан број поена у категорији M21-24:</b>				<b><u>13</u></b>
<b>M30</b>	(M33) Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини	1	7	<u>7</u>
<b>Укупан број поена у категорији M10, M21-24, M31-33, M41-42, M51:</b>				<b><u>24</u></b>
<b>M50</b>	(M52) Рад у часопису националног значаја	1,5	1	1,5
	(M53) Рад у научном часопису	1	1	1
<b>M60</b>	(M63) Рад саопштен на скупу националног значаја, штампан у целини	0,5	6	3
<b>M70</b>	(M71) Одбрањена докторска дисертација	6	1	6
<b>M80</b>	(M85) Техничка и развојна решења	2	5	10
<b>Укупан број поена у категоријама M52-53, M60, M70, M80:</b>				<b><u>21,5</u></b>
<b>Укупан број поена кандидата у претходном изборном периоду:</b>				<b><u>45,5</u></b>

Табела 2. Квантитативна оцена научних резултата кандидата др Најдан Вуковића за избор у звање **виши научни сарадник**

Група резултата	Врста резултата	Вредност резултата	Број резултата	Укупно бодова
<b>M20</b>	(M21a) Рад у међународном часопису изузетних вредности	10	1	10
	(M21) Рад у врхунском међународном часопису	8	4	32
	(M22) Рад у истакнутом међународном часопису	5	1	5
	(M23) Рад у међународном часопису	3	1	3
	(M24) Рад у националном часопису међународног значаја	3	1	3
	<b>Укупан број поена у категорији радова M20</b>			
<b>M30</b>	(M33) Саопштење са међународног скупа штампано у целини	1	11	<u>11</u>
<b>M50</b>	(M51) Врхунски часопис националног значаја	2	2	4
	(M52) Рад у истакнутом националном часопису	1,5	3	4,5
	<b>Укупан број поена у категорији радова M50</b>			
<b>M60</b>	(M61) Радови по позиву саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини	1,5	1	1,5
	(M63) Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини	0,5	2	1
	<b>Укупан број поена у категорији радова M60</b>			

<b>M80</b>	(M85) Ново техничко решење	2	6	<u>12</u>
<b>Укупан број референци, поена кандидата у меродавном периоду:</b>			<b>33</b>	<b><u>87</u></b>

Табела 3. Минимални квантитативни захтеви за стицање појединачних научних звања односно за избор у научно звање **виши научни сарадник** за техничко-технолошке и биотехничке науке

<b>Виши научни сарадник</b>	Укупно	50	<b>Остварено</b>
			<b><u>87</u></b>
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+ M41+M42+M51+M80+M90+M100	40	<b>80</b>
Обавезни (2)	M21+M22+M23+M81-85+M90-96+M101-103 +M108	22	<b>62</b>
Обавезни (2)*	M81-85, M90-96, M101-103, M108	5	<b>12</b>

Укупан број остварених поена кандидата др **Најдана Вуковића** у периоду 2007.-2017. је: **132,5**.

Табела 4. Укупни квантитативни показатељи научноистраживачког рада др **Најдана Вуковића** од 2007. - 2017.

Група резултата	Врста резултата	Вредност резултата	Број резултата	Укупно бодова
<b>M10</b>	(M14) Поглавље у монографији међународног значаја категорије M12 или рад у тематском зборнику међународног значаја	4	1	<u>4</u>
<b>M20</b>	(M21a) Рад у међународном часопису изузетних вредности	10	1	<b>10</b>
	(M21) Рад у врхунском међународном часопису	8	5	<b>40</b>
	(M22) Рад у истакнутом међународном часопису	5	2	<b>10</b>
	(M23) Рад у међународном часопису	3	1	<b>3</b>
	(M24) Рад у националном часопису међународног значаја	3	1	<b>3</b>
	<b>Укупан број поена у категорији радова M20</b>			
<b>M30</b>	(M33) Саопштење са међународног скупа штампано у целини	1	18	<b><u>18</u></b>
<b>M50</b>	(M51) Врхунски часопис националног значаја	2	2	<b>4</b>
	(M52) Рад у истакнутом националном часопису	1,5	4	<b>6</b>
	(M53) Рад у националном часопису	1	1	<b>1</b>
	<b>Укупан број поена у категорији радова M50</b>			
<b>M60</b>	(M61) Радови по позиву саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини	1,5	1	<b>1,5</b>
	(M63) Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини	0,5	8	<b>4</b>
	<b>Укупан број поена у категорији радова M60</b>			
<b>M70</b>	(M71) Одбрањена докторска дисертација	6	1	<b><u>6</u></b>
<b>M80</b>	(M85) Ново техничко решење	2	11	<b><u>22</u></b>
<b>Укупан број референци и поена кандидата (целокупан опус):</b>			<b>57</b>	<b><u>132,5</u></b>

Области истраживања кандидата обухватају интелигентне технолошке системе, машинско учење, роботiku, вештачку интелигенцију, вештачко гледање, биолошки инспирисане алгоритме оптимизације и оптимално терминирање технолошких процеса.

Целокупни научноистраживачки рад **др Најдана Л. Вуковића** највећим делом се односи на развој интелигентних технолошких система базираних на модерним методама машинског учења уз примену квантитативних метода, као и на одговарајући софтверски развој и подршку. У области роботике кандидат се највише интересује за развој алгоритама и система који обезбеђују оптималну симултану оцену (естимацију) положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у окружењу, као и за развој алгоритама који роботима омогућавају да уче жељена кретања или понашања на основу демонстрације оператера. Током вишегодишњег научноистраживачког рада кандидат је успешно развио и користио нове алгоритме и методе машинског учења и квантитативног моделирања, а поред тога, на бази примене нових биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације, успешно решава вишедимензионалну и вишекритеријумску оптимизацију. Поред наведених научноистраживачких праваца, значајна су и истраживања у оквиру развоја оптималног терминирања технолошких процеса, уз примену биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације.

## **Г. ПРИКАЗ ОБЈАВЉЕНИХ НАУЧНИХ РАДОВА У МЕРОДАВНОМ ИЗБОРНОМ ПЕРИОДУ**

У наставку овог Извештаја биће приказани досадашњи научноистраживачки резултати кандидата кроз четири правца рада:

- развој нових алгоритама машинског учења,
- развој система и алгоритама за мобилне роботе у циљу одређивања положаја и учења на основу демонстрација,
- развој биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације,
- оптимално терминирање технолошких процеса.

### **Г1. Развој нових алгоритама машинског учења**

У радовима [3, 5, 8, 12, 13, 16] приказане су нове методологије, развијени алгоритми и експериментални резултати у домену развоја и примене нових алгоритама машинског учења.

У радовима [3, 8] приказан је и изведен нови секвенцијални алгоритам за обучавање вештачких неуронских мрежа са Гаусовим активационим функцијама и вишеслојног перцептрона у присуству аутлајера. Аутлајери представљају значајан проблем, посебно уколико спроводимо секвенцијално обучавање или обучавање у реалном времену. Да би компензовали утицај аутлајера на обучавање вештачке неуронске мреже развијен је Линеаризовани Калманов филтар робустан на аутлајере (ЛКФ-РА). Нови алгоритам представља статистички генеративни модел у коме је матрица коваријанси шума мерења моделована као стохастички процес, а априорна информација усвојена као инверзна Вишартова расподела. Извођење свих једнакости је базирано на првим принципима Бајесовске методологије. Да би се решио корак модификације примењен је варијациони метод, у коме решење проблема тражимо у фамилији расподела одговарајуће функционалне форме. Развијени модел вештачке неуронске мреже и ЛКФ-РФ алгоритам обучавања примењени су у MATLAB програмском окружењу развојем одговарајућег кода сопственог развоја. Експериментални резултати примене новог алгоритма ЛКФ-РА, добијених коришћењем реалних података, показују да је ЛКФ-РА бољи од конвенционалног линеаризованог Калмановог филтра у смислу генерисања ниже грешке на тест скупу података.

У радовима [5, 16] је приказан нови алгоритам машинског учења вештачких неуронских мрежа са простирањем сигнала унапред и Гаусовим активационим функцијама који омогућава одређивање оптималног броја неурона током трајања процеса секвенцијалног машинског учења. У раду [5] дата је нова методологија и приказан математички модел развијеног алгоритма. Треба напоменути да се у раду анализира нови модел Гаусовске активационе функције вештачке неуронске мреже, који је базиран на утврђивању сличности између неурона и новог примера, уз примену норме Махаланобиса. Овај модел активационе функције има више параметара од стандардног приступа који користи Еуклидску норму за утврђивање сличности, али због новог алгоритма машинског учења који обезбеђује секвенцијално учење, вештачка неуронска мрежа може током процеса учења да додаје и

брише активационе функције (неуроне) сходно критеријуму оптималности. Нови алгоритам машинског учења развијен је у форми линеаризованог Калмановог филтра. Поред овог резултата, у раду [16] приказана је друга форма линеаризованог Калмановог филтра, познатија као информациони филтар, у којој усвајамо да је наше почетно знање о стању система мало. На тај начин се обезбеђује да крајњи корисници развијеног алгоритма и модела вештачке неуронске мреже, могу да изврше процес естимације параметара модела уз ограничено претходно знање о понашању система. Развијени алгоритми су од посебног значаја за *on-line* процесирање с обзиром на потребну брзину процесирања информација и естимације параметара. Алгоритам је примењен у MATLAB програмском окружењу писањем софтверског кода сопственог развоја. Експериментални резултати показују да су тачност и посебно прецизност нових алгоритма на вишем нивоу од тренутног стања у области истраживања.

У радовима [12, 13] анализира се проблем машинског учења вештачке неуронске мреже са радијалним активационим функцијама Гаусовог типа на бази Калмановог филтра. Приказана су три нова секвенцијална алгоритма машинског учења: први алгоритам директно примењује линеаризовани Калманов филтар као алгоритам машинског учења, други алгоритам примењује дуал Калмановом филтру под називом линеаризовани информациони филтар, док трећи алгоритам на посебан начин апроксимира први и други момент Гаусове расподеле. У раду се наглашавају основне предности које поменути алгоритми имају у поређењу са конвенционалним видовима машинског учења. За сва три алгоритма развијен је одговарајући математички модел вештачке неуронске мреже са радијалним активационим функцијама Гаусовог типа. Анализиране су основне поставке изведених алгоритма у циљу њихове примене на сложене проблеме у инжењерској пракси. Након приказа одговарајућих математичких модела датих у првом делу овог рада, у овом делу развијени алгоритми су тестирани у MATLAB програмском окружењу развојем одговарајућег софтверског кода и применом тест скупова података. Иако сви изабрани тест скупови података представљају реалне проблеме, развијени алгоритми су тестирани и на реалном инжењерском проблему моделирања изгледа сегмента обрађене површине. Сва три алгоритма су приликом моделирања ових проблема показала висок степен тачности.

## **Г.2 Развој система и алгоритма за мобилне роботе у циљу одређивања положаја и учења на основу демонстрација**

Радови [3, 7, 18, 19, 21, 22, 23, 24] представљају резултате у домену развоја мобилних робота у интелигентним технолошким системима.

У раду [3] приказан је нови алгоритам обучавања мобилног робота на бази примене парадигме учења на основу демонстрација. Оператер демонстрира/покаже жељену трајекторију или жељено понашање, а на мобилном роботу је да приказано понашање генерализује на начин да сваки пут кад је потребно да изврши репродукцију, то буде изведено на оптималан начин. У том смислу, у раду [3] дат је алгоритам обучавања и генерализације трајекторија на бази моделирања инкременталних делова свих демонстрираних трајекторија и моделирања синтезе тих инкременталних делова у жељену генерализовану целину. Да би се обезбедила генерализација трајекторије, оператер приказује жељени покрет неколико пута, различитим брзинама извођења. На тај начин се формира скуп трајекторија истог понашања а различитих почетних и крајњих услова. Одређивање генерализоване трајекторије која обухвата информације из свих датих демонстрација, добија се применом алгоритма једнодимензионалног слагања трајекторија у времену (1D Dynamic Time Warping). Након одређивања генерализоване трајекторије следи моделирање инкременталних помераја мобилног робота уз апроксимацију расподеле инкременталних помераја на бази суме Гаусовских расподела (Gaussian Mixture Model). Након тога, скривени модел Маркова (Hidden Markov Model) одређује оптимални секвенцијални избор одговарајућег инкременталног помераја сходно приказаној трајекторији инкременталних помераја уз помоћ модификованог Баум-Велчовог алгоритма. Експериментални резултати остварени симулацијом у MATLAB програмском окружењу, као и коришћењем *Khepera II* мобилног робота у лабораторијском моделу технолошког окружења. Резултат у [3] представља крајњи резултат дугогодишњег научноистраживачког рада [18, 19, 21, 22] у области обучавања мобилних робота на основу демонстрација.

Поред овог правца развоја, кандидат је остварио и значајне резултате у области симултаног одређивања положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у окружењу. Радови [7, 23] подразумева резултат развоја оригиналног алгоритма естимације који представља интеграцију линеаризованог Калмановог филтра и вештачке неуронске мреже са простирањем сигнала унапред.

Имплементација вештачке неуронске мреже има за циљ *on-line* учење и естимације модела кретања мобилног робота у циљу смањења грешке предикције кретања која настаје услед трења и проклизавања погонских тачкова мобилног робота. Систем је прво развијен у форми симулације у MATLAB програмском окружењу, а након тога је имплементиран на мобилном роботу уз примену система препознавања на бази калибрисане камере за аквизицију сензорске информације. Развијени оригинални алгоритам је експериментално испитан у лабораторијском моделу технолошког окружења коришћењем *Khepera II* мобилног робота, хватача *Khe Gripper* и WEB камере. Алгоритам, на основу аквизиције слике и очитаних вредности са енкодера на погонским вратилима, применом линеаризованог Калмановог филтра и вештачке неуронске мреже, секвенцијално одређује положај мобилног робота и положај карактеристичних објеката у окружењу. Резултати развијеног оригиналног алгоритма показују вишу тачност у односу на конвенционални приступ базиран на линеаризованом Калмановом филтру.

Поред ових резултата, у референци [24] дат је пример примене развоја модела на бази вештачке неуронске мреже у циљу предвиђања отказа сензорског система мобилног робота. Овакви системи/моделу су од значаја у реалном свету, изван експерименталних окружења, у коме изненадне и нагле промене окружења могу да иницирају отказ система мобилног робота. Рад демонстрира супериорност вештачке неуронске мреже у поређењу са осталим тестираним приступима.

### **Г3. Развој биолошки инспирисани алгоритма оптимизације**

У оквиру рада [4] приказано је побољшање основне формулације оптимизационог алгоритма базираног на интелигенцији роја свитаца у виду интеграције овог алгоритма 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 [17] 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 алгоритма оптимизације.

### **Г4. Оптимално терминарање технолошких процеса**

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

У радовима [6] и [25] приказан је оригинални приступ за оптимизацију флексибилних технолошких процеса обраде дела применом алгоритма 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* алгоритма. Такође, у циљу превазилажења недостатака везаних за брзу конвергенцију у раним фазама оптимизације, предложена је имплементација хаотичних мапа у модификовани *PSO* алгоритам. Предложени приступ је експериментално верификован на примеру добијања оптималних технолошких процеса реалног дела.

У раду [11] 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 [9].

У радовима [10] и [14] 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.

У раду [15] приказан је приступ базиран на примени алгоритма 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 хибридни GA-SA алгоритмом. Предложена мултиагентна архитектура, приказана у референци [20], садржи шест агената, и то: 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.

## Г5. Приказ техничких решења

Техничко решење [26] 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 [27] 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* алгоритма. Резултати оптимизације планова терминирања за одабране *benchmark* делове из литературе показују оправданост примене предложеног концепта.

Техничко решење [28] 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 [29] 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 [30] 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 [31] 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 алгоритама 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 у домену побољшања постојећег стања 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.

## Д. ПОКАЗАТЕЉИ УСПЕХА У НАУЧНОМ РАДУ

### Д1. Чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката

Кандидат др Најдан Вуковић редовно рецензира научне радове за следеће часописе са JCR-SCI листе:

- IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (ISSN 2162-237X; IF= 6,108 ; M21a) – три рецензирана рада
- Expert Systems with Applications (ISSN 0957-4174; IF= 3,928 ; M21a) – три рецензирана рада
- Applied Soft Computing (ISSN 1568-4946; IF= 3,541 ; M21) – три рецензирана рада
- Engineering Applications of Artificial Intelligence (ISSN 0952-1976; IF= 2,894 ; M21) – један рецензиран рад
- International Journal of Electrical Power and Energy Systems (ISSN 0142-0615; IF= 3,289; M21) – два рецензирана рада
- Robotics and Autonomous Systems (ISSN 0921-8890; IF= 1,905 ; M22) – један рецензиран рад
- Neural Computing and Applications (ISSN 0941-0643; IF= 2,505 ; M22) – два рецензирана рада
- Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B: Journal of Engineering Manufacture Systems (ISSN 0954-4054; IF= 1,386 ; M22) – један рецензиран рад
- Computational Intelligence and Neuroscience (ISSN 1687-5265; IF= 1,215 ; M23) – један рецензиран рад

Др Најдан Вуковић је рецензирао и Техничко решење – Индустијски прототип (M82):

Ференц Г., Димић З., Квргић В., Цвијановић, В., **Систем за управљање индустријским роботима реализован применом савремених софтверских алата за рад у реалном времену**, Лола институт д.о.о., 2013.

## Ђ. РАЗВОЈ УСЛОВА ЗА НАУЧНИ РАД, ОБРАЗОВАЊЕ И ФОРМИРАЊЕ НАУЧНИХ КАДРОВА

### Ђ1. Допринос развоју науке у земљи

Током вишегодишњег научноистраживачког рада, др Најдан Вуковић је активно учествовао у раду, развоју и осавремењивању *Лабораторије за индустријску роботiku и вештачку интелигенцију* Катедре за производно машинство Машинског факултета Универзитета у Београду, где је својим директним ангажовањем радио на набавци и одржавању савремене лабораторијске опреме. Као резултат његовог рада у овом домену, издваја се набавка мобилног робота *Khepera II* са компатибилном опремом (камера *CMUcam VISION TURRET-KheCMUCam* и роботска рука *Khepera Gripper Turret* – хватач *KheGrip*). Овај модерни мобилни робот са додатном опремом, коришћен је за експерименталну верификацију постављених хипотеза истраживања у следећим докторским дисертацијама (хронолошки):

1. др Најдан Вуковић, **Развој машинског учења интелигентног мобилног робота базиран на систему вештачких неуронских мрежа**, Универзитет у Београду – Машински факултет, 28. септембар 2012.
2. др Марко Митић, **Емпиријско управљање интелигентног мобилног робота базирано на машинском учењу**, Универзитет у Београду – Машински факултет, 15. април 2014.
3. dr Ali Diryag Karkara, **Machine learning in intelligent robotic system**, University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, September 28<sup>th</sup>, 2015.
4. др Милица Петровић, **Вештачка интелигенција у пројектовању интелигентних технолошких система**, Универзитет у Београду – Машински факултет, 24. јун 2016.

Поред значајних научноистраживачких резултата који су остварени коришћењем ове опреме, потребно је напоменути да се она користила (и даље се користи!) и након одбрана докторских дисертација, што потврђују референце [2, 18, 19, 21, 22, 24] у оквиру овог Извештаја.

Такође, битно је да се нагласи да је кандидат оспособио и WEB камеру за аквизицију слике и развио одговарајући код у MATLAB програмском окружењу. Ова камера је коришћена током истраживања у оквиру докторске дисертације кандидата, а и даље се користи у оквиру лабораторијског рада [3]. Важно је поменути да је, поред набавке мобилног робота *Khepera II* и компатибилне додатне опреме, кандидат учествовао у набавци и одржавању четири комплекта *LEGO Mindstorms NXT* мобилних робота, који се већ више од осам година користе у настави на Мастер академским студијама Машинског факултета у Београду у оквиру наставног процеса на Катедри за производно машинство. Ови комплекти се користе за едукацију студената, израду студентских пројеката, експерименталну верификацију полазних хипотеза, као и израду мастер радова. Битно је да се нагласи и то, да је кандидат користио ове комплете током свог научноистраживачког рада на докторској дисертацији и чак је објавио рад категорије M23 коористећи ову едукациону лабораторијску опрему. Сва наведена опрема се користи у оквиру извођења наставних активности на Основним академским, Мастер академским студијама и Докторским академским студијама Машинског факултета у Београду, као и у научноистраживачком раду.

## **Ђ2. Менторство при изради магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима**

Кандидат је показао изузетан смисао за рад са студентима докторских студија. Кандидат је активно учествовао у преносу знања и искуства, уз указивање на нове резултате и правце истраживања приликом израде докторских дисертација др Марка Митића, научног сарадника и доц. др Милице Петровић. Ови кандидати су се у Изјавама захвалности, у оквиру предговора својих докторских дисертација, захвалили др Најдану Вуковићу на помоћи током израде дисертација.

## **Ђ3. Педагошки рад**

Током рада на докторској дисертацији, кандидат је активно учествовао у увођењу нових предмета Катедре за производно машинство Машинског факултета у Београду, приликом успостављања и имплементације Болонског процеса. Током вишегодишњег ангажовања у наставном процесу, др Најдан Вуковић директно је учествовао у увођењу и формирању аудиторних и лабораторијских вежби, и то у оквиру следећих предмета Катедре за производно машинство Машинског факултета у Београду:

- *Основне академске студије (2007.-2012.):*  
Компјутерска симулација и вештачка интелигенција
- *Мастер академске студије (2007.-2012.):*  
Интелигентни технолошки системи; Методе одлучивања; Аксиоматске методе
- *Мастер академске студије на енглеском језику (2015.-2016.):*  
Decision Making Methods; Intelligent Manufacturing Systems
- *Докторске академске студије на енглеском језику (2009.-2010.):*  
Introduction to Artificial Intelligence and Machine Learning

## **Е. КВАЛИТЕТ НАУЧНИХ РЕЗУЛТАТА**

### **Е1. Позитивна цитираност кандидатових радова**

Укупан број цитата научних радова др Најдана Вуковића је:

- **77** извор: *ISI/Web of Science*
- **130** извор: *ResearchGate*
- **222** извор: *Google Scholar*

Досадашњи остварени број цитата радова кандидата недвосмислено указује да кандидат објављује радове који прате светске трендове и правце развоја у области интересовања и научног рада.

### **Е2. Углед и утицајност публикација у којима су објављени кандидатови радови**

У меродавном изборном периоду (2013.-2017.) кандидат др Најдан Вуковић објавио је укупно 33 референце, од којих је **један рад** у међународном часопису изузетних вредности категорије **M21a**, **четири рада** у истакнутим међународним часописима категорије **M21**, **један рад** у врхунском међународном часопису категорије **M22**, **један рад** у међународном часопису **M23** и **један рад** у националном часопису међународног значаја **M24**. Просечан фактор утицаја часописа у којима је кандидат објавио радове је 2,591 (остварени максимум је 3,928), што представља изузетно висок резултат у домену надлежности *МНО за машинство и индустријски софтвер*.

Поред ових значајних научноистраживачких резултата на међународном нивоу, остварених у меродавном изборном периоду, кандидат је објавио **шест** техничких решења (**M85**), **11** радова на конференцијама међународног значаја **M33** и **пет радова** у часописима националног значаја **M50**.

### **Е3. Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора**

Сви радови, који су објављени у периоду после последњег избора у звање (укупно 33), ускладу су са важећим Правилником о поступку, начину вредновања и кванитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Правилник из 2017. године, "Службени гласник Републике Србије", бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017) и имају пуни ефективни број поена. Број коаутора на радовима је максимално седам, а сви радови су експерименталног карактера.

### **Е4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Анализа радова публикованих после стицања звања научни сарадник показује да је број коаутора на радовима у складу са захтевима Правилника за техничко – технолошке науке. При томе се др Најдан Вуковић појављује као први или други аутор на 52% од укупног броја објављених публикованих радова, (32% као први аутор и 20% као други аутор). Узимајући све наведене чињенице у обзир, може да се закључи да је кандидат показао висок степен самосталности у научноистраживачком раду.

## **Ж. ЗАКЉУЧАК**

**Др Најдан Ј. Вуковић**, у меродавном изборном периоду, након стицања научног звања научни сарадник, као аутор или коаутор, објавио је **33** рада, од којих су: **један рад** у међународном часопису изузетних вредности категорије **M21a**, **четири рада** у истакнутим међународним часописима категорије **M21**, **један рад** у врхунском међународном часопису категорије **M22**, **један рад** у међународном часопису категорије **M23**, **један рад** у националном часопису међународног значаја категорије **M24**, **једанаест** радова у зборницима са међународних конференција категорије **M33** штампаних у целини, **два** рада у врхунском часопису националног значаја категорије **M51**, **три** рада у истакнутим националним часописима категорије **M52**, **шест** техничких и развојних решења категорије **M85** и, **три** рада у зборницима радова националних конференција.

Анализом и вредновањем постигнутих резултата кандидата за избор у звање **виши научни сарадник** Комисија је констатовала следеће квантитативне показатеље:

Укупно остварених научноистраживачких поена у меродавном периоду: **87 (Услов је > 50)**:

<b>Виши научни сарадник</b>	Обавезне категорије научноистраживачких резултата	Укупно потребно 50	<b>Остварено 87</b>
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+ M41+M42+M51+M80+M90+M100	40	<b>80</b>
Обавезни (2)	M21+M22+M23+M81-85+M90-96+M101-103+M108	22	<b>62</b>
Обавезни (2)*	M81-M85, M90-96, M101-103, M108	5	<b>12</b>

Дакле, на основу увида у приложени материјал, анализе и вредновања квалитета објављених радова, Комисија за избор **др Најдана Л. Вуковића, дипл.инж.маш.** са задовољством констатује да кандидат испуњава све предвиђене услове за избор у звање **виши научни сарадник**, а који су дефинисани Законом о научноистраживачкој делатности, Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача и Статутом Машинског факултета у Београду, те **предлаже Изборном већу у оквиру Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду да прихвати овај Извештај и да утврди предлог за избор др Најдана Л. Вуковића у научно звање виши научни сарадник.**

Београд, 12.01.2018. године

#### **Чланови Комисије:**

---

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

---

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

---

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

---

Др Радиша Јовановић, ванредни професор,  
Универзитет у Београду – Машински факултет

---

Др Мирко Ђапић, ванредни професор,  
Универзитет у Крагујевцу – Факултет за машинство и  
грађевинарство у Краљеву